



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Estudio del coeficiente de consumo horario residencial de agua potable en el
Cantón Mera.

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Civil

Autor:

Villarruel Mejía, Joel Sebastian

Tutor:

MSc. María Gabriela Zúñiga Rodríguez

Riobamba, Ecuador. 2026

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, **Joel Sebastián Villarruel Mejía**, con cédula de ciudadanía **1600680811**, autor (a) (s) del trabajo de investigación titulado: **“ESTUDIO DEL COEFICIENTE DE CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE EN EL CANTÓN MERA”**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, a los **17** días del mes de **junio** de **2026**.



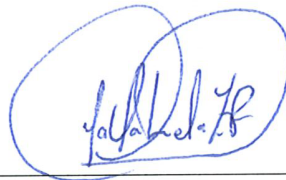
Joel Sebastian Villarruel Mejia

C.I:1600680811

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, **Mgs. María Gabriela Zúñiga Rodríguez** catedrático adscrito a la **Facultad de Ingeniería Civil**, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación **“ESTUDIO DEL COEFICIENTE DE CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE EN EL CANTÓN MERA”**, bajo la autoría de **Joel Sebastián Villarruel Mejía**; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los **17** días del mes de **junio** de **2026**.



Ing. María Gabriela Zúñiga Rodríguez, MSc.

C.I: 0601823313

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “**ESTUDIO DEL COEFICIENTE DE CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE EN EL CANTÓN MERA**” presentado por **Joel Sebastian Villarruel Mejía**, con cédula de identidad número **1600680811**, bajo la tutoría de **Mg. María Gabriela Zúñiga Rodríguez**; certificamos que recomendamos la **APROBACIÓN** de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a los **17** días del mes de **junio** de **2026**.

Ing. Alfonso Patricio Arellano. Mgs.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Nelson Estuardo Patiño Vaca. Mgs.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Carlos Sebastian Saldaña García. Mgs.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO

en movimiento



UNACH-RGF-01-04-08.15
VERSIÓN 01: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, **JOEL SEBASTIAN VILLARRUEL MEJIA** con CC: **1600680811**, estudiante de la Carrera **INGENIERIA CIVIL**, Facultad de **INGENIERIA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**ESTUDIO DEL COEFICIENTE DE CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE EN EL CANTÓN MERA**", cumple con el 4 % similitud y 9% de uso de IA, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **Compilatio Magister +**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 17 de junio de 2026

Ing. María Gabriela Zúñiga Rodríguez. Mgs.
TUTOR(A)

DEDICATORIA

Quiero dedicar primero a Jehová Dios, por darme la fuerza y la constancia para tomar decisiones sabias y poder llegar hasta aquí.

A mi madre, que hubo días en que su espalda dolía de tanto estar sentada todo el día frente su máquina de coser pero nunca faltaba sus palabras de ánimo, sus consejos y su forma de siempre demostrarme que creía en mí en todo momento, pues gracias a ese valor que me daba día a día, hoy es una realidad mi sueño.

A mi padre, que caminaba bajo el sol durante horas cargando el peso de varios libros un peso que solo un padre abnegado y comprometido con su familia podía cargar, para poder seguir apoyándome y cuidando de la familia con amor.

A mi hermano, mi gran fortaleza, mi complemento por estar siempre ahí con una palabra de aliento cuando un examen no salía bien, por encontrar siempre el lado bueno de cada tropiezo, por celebrar conmigo cada pequeño paso hacia este sueño.

A esa persona que es mi luz, que me ayudó a encaminarme en lo que tenía que hacer, cuando no sabía por dónde seguir. Y a mis amigos, los que estuvieron en las risas y en las lágrimas, los que compartieron largas noches de estudio, los que me dieron ese empujoncito cuando las fuerzas flaqueaban. Por cada abrazo, cada risa, cada momento compartido en esta travesía.

Villarruel Mejia Joel Sebastian

AGRADECIMIENTO

Al culminar esta etapa tan significativa de mi vida, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que, de una u otra manera, formaron parte de este proceso.

Primero agradecer a Jehová Dios, porque me dio fortaleza cuando quería rendirme, paciencia cuando todo parecía difícil y salud para seguir adelante.

A mis padres, Mario y Marlene. No encuentro palabras para agradecer su amor infinito. Gracias por cada sacrificio que hicieron por mí, aunque a veces no me diera cuenta. Gracias por enseñarme que el esfuerzo vale la pena, y por creer en mí incluso en esos momentos en los que yo mismo dejaba de hacerlo.

A mi tutora de tesis, la Ingeniera María Gabriela Zúñiga, por su paciencia, su compromiso y por compartir sus conocimientos con tanta generosidad. Su guía fue una luz en este camino, y sin ella este trabajo no habría sido posible.

A mis amigos y compañeros de viaje. Por estar ahí en los días buenos y en los difíciles. Por esas conversaciones que me ayudaron a ordenar las ideas cuando todo era un caos, y por los momentos de risa que me recordaron que también había que respirar.

Y finalmente, gracias a mí. Por no rendirme. Por cada noche de desvelo frente a los apuntes, por haber llegado hasta aquí.

Gracias, de verdad. Este sueño también es de ustedes.

Villarruel Mejia Joel Sebastian

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO ANTI-PLAGIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS.

ÍNDICE DE FIGURAS

INDICE DE ANEXOS

RESUMEN

ABSTRAC

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. Antecedentes	15
1.1.1. Zona de Estudio	16
1.1.2. Delimitación temporal.....	18
1.2. Planteamiento del Problema.....	19
1.3. Justificación.....	20
1.4. Objetivos	21
1.4.1. Objetivo General	21
1.4.2. Objetivos Específicos	21
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	22
2.1. Marco Teórico	22
2.1.1. Conceptualización del agua potable.....	22
2.1.2. Tipos y patrones de consumo de agua.....	23
2.1.3. Factores que influyen en el consumo residencial de agua.....	24
2.1.4. Curva característica de consumo.....	25
2.2. Estado del Arte	26

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	29
3.1. Enfoque y Tipo de Investigación.....	29
3.2. Diseño Metodológico.....	29
3.3. Fuentes de Información.....	30
3.3.1. Primarias	30
3.3.2. Secundarias (normativas, estudios previos).....	31
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	32
3.4.1. Observación directa.....	33
3.4.2. Encuestas socioeconómicas	33
3.4.3. Registros horarios de medidores	33
3.5. Población y Muestra del Estudio.....	34
3.5.1. Población de Estudio	34
3.5.2. Tamaño de la Muestra	35
3.6. Procesamientos y métodos de Análisis de Datos.	36
3.6.1. Análisis de caracterización urbanística y socioeconómica.....	36
3.6.2. Análisis de resultados de encuesta de consumo horario residencial.	37
3.7. Procesamiento y representación de resultados recolectados en campo.	38
3.7.1. Segmentación de la muestra para las lecturas de medidores.	38
3.7.2. Cuantificación horaria de volúmenes de agua potable.....	48
3.7.3. Descripción del equipo de medición de caudales	49
3.7.4. Procesamiento y análisis estadísticos de datos.	52
3.7.5. Representación de las curvas de consumo.....	53
3.7.6. Digitalización de resultados, elaboración de tablas y gráficos.	55
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	56
4.1. Factores determinantes que intervienen en el consumo de agua potable	56
4.1.1. Número de Usuarios	57
4.1.2. Unidades sanitarias.....	59
4.1.3. Tipo de Unidades de Almacenamiento	60
4.1.4. Suministro y abastecimiento	60
4.1.5. Nivel de servicio	61
4.2. Curvas de consumo horaria residencial	62
4.2.1. Consumos horarios máximos por cantón.	62
4.2.2. Curvas de consumo horario máximo por barrios.....	65

4.2.3. Curvas de consumo horario máximo por estrato socioeconómico.	68
4.2.4. Coeficiente de variación máximo horaria de la cabecera cantonal de Mera vs Normativa.....	70
4.3. Mapa de red de abastecimiento	71
4.4. Discusión de Resultados	71
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES	75
5.1. Conclusiones	75
5.2. Recomendaciones	76
BIBLIOGRAFÍA	77
ANEXOS.....	86

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Patrones de consumo horario residencial en distintos contextos urbanos	24
Tabla 2. Factores que influyen en el consumo de agua residencial	25
Tabla 3. Muestra para la cabecera parroquial de Mera	36
Tabla 4. Categorización socioeconómica.....	37
Tabla 5. Segmentación de viviendas según su estrato socioeconómico.	57
Tabla 6. Consumos horarios de la cabecera cantonal de Mera.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa político del cantón Mera, provincia de Pastaza.	18
Figura 2. Dimensiones del agua potable: acceso, calidad y sostenibilidad.....	23
Figura 3. Curva horaria por estratos residenciales.....	26
Figura 4. Esquema Metodológico.....	30
Figura 5. Ubicación geográfica de medidores según el estrato socioeconómico en la cabecera cantonal Mera.	47
Figura 6. Hoja de registro de consumo de agua potable.	48
Figura 7. Medidor domiciliario identificado como “ISO 4064 Class B”.....	49
Figura 8. Medidor ITRON de chorro único instalado en vivienda residencial	50
Figura 9. Medidor Hidro (Hidro Meters) registrado en el área de estudio.	50
Figura 10. Otros tipos de medidores identificados en menor proporción en el área de estudio.	51
Figura 11. Medidor AHS de chorro único identificado en un domicilio	51
Figura 12. Diagrama de dispersión de cantón Mera.	52
Figura 13. Diagrama de cajas y bigotes del cantón Mera.	53
Figura 14. Porcentaje de estratos socioeconómicos de la cabecera cantonal Mera.....	56
Figura 15. Promedio de usuarios en la cabecera cantonal de Mera.....	57
Figura 16. Promedio de usuarios en la cabecera Cantonal Mera.....	58
Figura 17. Comparación de habitantes con otras ciudades aledañas.	58
Figura 18. Porcentaje de unidades sanitarias.....	59
Figura 19. Tipo de reservas en viviendas de la cabecera Cantonal Mera	60
Figura 20. Continuidad diaria del suministro de agua.	61
Figura 21. Promedio de calidad de agua en el cantón Mera.....	62
Figura 22. Curva de variación consumo horario cantón Mera.	64
Figura 23. Variación de consumo residencial de los barrios de Mera.....	67
Figura 24. Curvas de consumo por estratos en los sectores de la cabecera cantonal Mera.	68
Figura 25. Coeficientes máximos de variación de consumo de la cabecera cantonal de Mera.	70
Figura 26. Representación de kh_{max} obtenido por cada barrio.	71
Figura 27. Comparación de los valores máximos de Kh en diversas zonas del Ecuador. ...	74

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Modelo de encuesta de consumo horario de agua potable.....	86
Anexo 2. Ficha para la caracterización socioeconómica.	86
Anexo 3. Socialización y aplicación de encuestas en la cabecera cantonal Mera.....	87
Anexo 4. Medidores con su respectiva pegatina con su código.....	87
Anexo 5. Medidores en malas condiciones.....	87

RESUMEN

El análisis del comportamiento del consumo horario residencial de agua potable en el cantón Mera, es primordial para una buena planificación y gestión a la hora de diseñar estrategias efectivas respecto a su uso. La presente investigación tiene como objetivo determinar el consumo horario residencial urbano de agua potable y como influyen en este los estratos económicos y los hábitos de consumo en el cantón Mera. Para determinar los estratos socioeconómicos de los diferentes barrios de estudio se empleó el método de caracterización urbanística y socioeconómica, el mismo que permitió identificar 4 estratificaciones las cuales son A,B,C y D, analizando 202 acometidas para la red de distribución Mangayaku y Rio Tigre. Posteriormente se realizó la toma de lecturas de los medidores residenciales a una muestra delimitada de la población de 102 acometidas durante 24 horas los 7 días de la semana. Entre los principales factores que influyen en el consumo a lo largo del día se identificaron: estratificación, tipo de residencia, número de habitantes, unidades sanitarias, entre otros. Una vez obtenidas las curvas de consumo horario residencial se obtuvieron patrones máximos de consumo horario siendo el más relevante entre las 5h00 a 6h00 dando el caudal máximo de consumo en todo el cantón con un $Q_{\max} = 98.29 \text{ l/h}$ por otra parte se determinaron los coeficientes de variación de consumo horario donde a las 6h00 representó un pico más alto con un $Kh_{\max} = 3.4$, superando los límites recomendados por la normativa CPE INEN 5 (1992).

Palabras claves: Agua potable, Consumo horario, curvas de consumo, hábitos, estratificación, medidores residenciales.

ABSTRACT

An analysis of hourly residential potable water consumption in the Mera Canton is essential for adequate planning and management when designing effective water-use strategies. The objective of this research is to determine the hourly pattern of urban residential potable water consumption and to evaluate the influence of socioeconomic strata and consumption habits in the canton of Mera. To identify the socioeconomic strata of the neighborhoods included in the study, the urban and socioeconomic characterization method was applied. This approach enabled the identification of four stratification levels (A, B, C, and D) by analyzing 202 household connections in the Mangayaku and Rio Tigre distribution networks. Subsequently, residential water meter readings were collected from a defined sample of 102 service connections over a continuous 24-hour period across all seven days of the week. The main factors influencing daily consumption included socioeconomic stratification, type of residence, number of inhabitants, and number of sanitary units, among others. Based on the collected data, hourly residential consumption curves were developed, enabling the identification of maximum-demand patterns. The most significant peak occurred between 05h00 and 06h00, when the highest consumption flow rate in the canton was recorded ($Q_{\max} = 98.29 \text{ L/h}$). In addition, hourly consumption variation coefficients were determined, with the highest peak observed at 06h00 ($K_{h\max} = 3.4$), exceeding the limits recommended by the CPE INEN 5 (1992) standard.

Keywords: potable water, hourly consumption, consumption curves, consumption habits, socioeconomic stratification, residential water meters.



Reviewed by:
Mgs. Hugo Romero
ENGLISH PROFESSOR
C.C. 0603156258

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

El acceso al agua potable segura es un derecho humano esencial que, sin embargo, continúa siendo un desafío para muchas regiones del mundo [1]. Según la Organización de las Naciones Unidas, más de 700 millones de personas viven sin acceso a los servicios básicos necesarios de agua, situación que se agrava en contextos donde el crecimiento demográfico y la urbanización superan la capacidad de las infraestructuras existentes [2]. En Ecuador, el problema reviste especial carácter en los cantones de crecimiento urbano más rápido, donde las infraestructuras de distribución y captación fueron diseñadas con demandas que, a la vista de los datos disponibles, ya han sido ampliamente superadas [3].

Diversos trabajos de investigación han elaborado evidencias que corroboran que el uso de agua potable está condicionado por factores demográficos, socioeconómicos, climáticos y culturales. Resultados recientes sugieren que el uso per cápita de agua en el Ecuador puede llegar a alcanzar hasta 237 litros por persona al día, rebasando ampliamente los valores recomendados por organismos internacionales como la OMS [4]. Esta sobredemanda no solo constituye un problema técnico de abastecimiento, sino que también constituye un riesgo ambiental derivado de la sobreexplotación de las fuentes hídricas y la alteración de los caudales ecológicos [5].

Sobre esta base aparecen, finalmente, las necesidades de contar, como mínimo, con actualizaciones del comportamiento de consumo de agua a nivel horario, con especial énfasis en zonas residenciales. Las normas actuales, como el Código de práctica ecuatoriano 005 [6], presentan parámetros de diseño basados en datos que han llegado a ser retrasados respecto a la necesidad de implementación de una previsión de diseño moderno. Adicionalmente, el crecimiento acelerado de la población en cantones como Mera donde la tasa de crecimiento poblacional actual alcanza el 4.35% anual pone en evidencia la urgencia de contar con modelos más precisos que reflejen las dinámicas reales de consumo [7].

Por ello, algunos estudios abordan la determinación del coeficiente de consumo horario en contextos urbanos amazónicos, estableciendo precedentes valiosos para replicar metodologías similares en otras localidades [8]. En este marco, el presente trabajo se plantea como una contribución al conocimiento técnico y a la gestión sostenible del recurso hídrico, enfocándose en el cantón Mera, provincia de Pastaza.

1.1.1. Zona de Estudio

El estudio se desarrolló en el cantón Mera, perteneciente a la provincia de Pastaza, ubicado en la región amazónica del Ecuador. El cantón Mera se caracteriza por una topografía predominantemente irregular, con pendientes moderadas, presencia de cuerpos hídricos superficiales y un entorno climático tropical húmedo, con temperaturas medias anuales elevadas y altos niveles de precipitación, condiciones que influyen directamente en los patrones de consumo de agua potable.

El cantón Mera tiene su ubicación en la parte oeste de la Provincia de Pastaza, a una altura de 1185 m sobre el nivel del mar, estando su posición astronómica en la longitud occidental de 75° 5' y en la latitud sur de 1° 30'; así sus coordenadas UTM son (0783300 m E; 9838900 m N; 17 M) [7]. Tiene una extensión de 601.1 Km². Actualmente tiene una población de 2747 habitantes, de los cuales 1145 habitantes pertenecen al sector urbano.

Sus límites son:

- Norte: Con la Provincia de Napo
- Sur: Provincia de Morona Santiago
- Este: Cantón Pastaza
- Oeste: Provincia de Tungurahua y Morona Santiago

Administrativamente, el cantón está conformado por tres parroquias: Mera (urbana), Shell y Madre Tierra [7]. No obstante, la presente investigación se circunscribe exclusivamente a la cabecera parroquial de Mera, específicamente a sus zonas residenciales urbanas y periurbanas, debido a que este sector concentra la mayor densidad poblacional del cantón, dispone de infraestructura básica consolidada y presenta un sistema formal de abastecimiento de agua potable con medidores domiciliarios operativos.

El sistema de abastecimiento de agua potable de la cabecera cantonal de Mera está conformado por dos redes básicas de distribución, alimentadas por las fuentes de captación Mangayaku y Río Tigre, a las cuales se encuentran hidráulicamente conectadas. Las redes de abastecimiento de agua potable suministran el servicio a los principales barrios urbanos del cantón Mera, como Miraflores, Central, Obrero, Ciudadela Municipal y Orquídeas, los cuales, en función de su representatividad poblacional y funcional han sido consideradas como parte del área de estudio.

Asimismo, el sistema cuenta con tanques de almacenamiento que cumplen la función de regular el suministro y compensar las variaciones de demanda, especialmente durante las horas pico de consumo. La ubicación y capacidad de estos tanques influyen de manera directa en la presión disponible en la red y en la continuidad del servicio, por lo que su presencia constituye un elemento relevante dentro del análisis territorial del estudio.

La primera red de suministro con la que contaba el cantón fue la red Mangayaku ubicada en las coordenadas UTM (819855.21 m E; 9839980.88 m N) a una altura de 1386 msnm que receptaba 200 l/s y entregaba un caudal de 90 l/s, sin embargo, resultó insuficiente para la demanda en crecimiento del cantón Mera [7].

Posteriormente, en 2019 se proyectó la captación del río Tigre, iniciando un sistema con capacidad de recepción de 400 l/s, que conduce el agua hacia una planta de tratamiento ubicada en las coordenadas UTM (820408.51 m E; 9842574.57 m N) a una altura de 1353 msnm. Esta infraestructura permite la potabilización de un caudal de 100 l/s mediante dos cámaras secuenciales y procesos de floculación, decantación, filtración y cloración. En cuanto a la calidad del agua tratada, el proceso se rige por los requisitos establecidos en la NTE INEN 1108 [9]. Adicionalmente, el sistema dispone de un tanque de almacenamiento de ferrocemento con capacidad de 85 m³, con una proyección de cobertura para 5678 habitantes hasta el año 2044 [10].

Ahora bien, las dos redes de distribución de agua, originalmente independientes y operadas bajo esquemas hidráulicos distintos, actualmente se encuentran interconectadas lo que permite la confluencia de caudales y la redistribución de la demanda. Esta unión garantiza la mejora de la confiabilidad del suministro y optimización de la presión en nodos críticos que antes no eran abastecidos; por lo tanto, se considera que constituyen un único sistema de distribución de agua potable.

En la **Figura 1** se presenta el mapa político del cantón Mera, donde se identifica claramente la cabecera cantonal como área de estudio. Se ha excluido explícitamente del análisis a las parroquias Shell y Madre Tierra, debido a que presentan características urbanas, socioeconómicas y sistemas de abastecimiento diferentes, que podrían distorsionar los resultados del consumo horario residencial.

Figura 1. Mapa político del cantón Mera, provincia de Pastaza.



Fuente: Ilustración obtenida de GADMC MERA (2020) [7].

1.1.2. Delimitación temporal

Desde el punto de vista temporal, la investigación se desarrolla con información correspondiente al periodo comprendido en el año 2025. Durante este intervalo se recopilaban datos primarios mediante encuestas y registros horarios de medidores, así como

información secundaria relacionada con la infraestructura del sistema de agua potable y las condiciones urbanas del cantón.

1.2. Planteamiento del Problema

El diseño, dimensionamiento y operación eficiente de los sistemas de agua potable dependen directamente del conocimiento preciso de los patrones reales de consumo de la población, particularmente de la variabilidad diaria y horaria de la demanda. Estos parámetros permiten definir adecuadamente caudales de captación, capacidades de almacenamiento, diámetros de tuberías y condiciones de operación hidráulica que garanticen la continuidad y calidad del servicio.

En el cantón Mera, los sistemas de captación y distribución de agua potable fueron diseñados hace más de tres décadas, bajo criterios técnicos que no consideraban el actual crecimiento demográfico, la expansión urbana ni los cambios en los hábitos de consumo de la población. Como consecuencia, en la actualidad se evidencian deficiencias operativas en el sistema, tales como interrupciones frecuentes del servicio, disminuciones de presión en horas pico y una incompetencia para cumplir de manera continua la demanda residencial, específicamente en la cabecera cantonal [7].

Esta problemática se ve agravada por la ausencia de información local actualizada sobre los coeficientes de consumo horario de agua potable. La legislación nacional vigente, conocida como el Código de Práctica Ecuatoriano INEN 005-9-1, refiere coeficientes promedios de variación diaria y horaria que provienen de investigaciones realizadas hace ya varias décadas y que no contemplan las situaciones socioeconómicas, climáticas ni culturales específicas de localidades amazónicas como Mera [6]. Los coeficientes normativos deben ser considerados con precaución para no incurrir en errores de diseño, tales como el sobredimensionamiento de infraestructuras o defectos en los sistemas que impidan atender la demanda real.

Diversas investigaciones han demostrado que el consumo de agua potable en el ámbito residencial está influenciado por múltiples factores, entre los que destacan el tamaño del hogar, el nivel de ingresos, la disponibilidad de equipamiento sanitario, las condiciones climáticas y las prácticas culturales de uso del recurso [11]. En el ámbito amazónico, donde existe un patrón característico de altos niveles de temperatura junto con muy altas tasas de humedad, estos factores tienen mayor tendencia a reforzar la demanda en horas del día.

En el caso del cantón Mera, el problema se torna más complejo ya que está promovido por el crecimiento poblacional sostenido por encima de las proyecciones consideradas en el diseño del sistema, así como por la limitada capacidad de gestión técnica de las fuentes de captación para mantener, sin afectar el equilibrio de los ecosistemas hídricos, un caudal con condiciones adecuadas de calidad. Esta confluencia de factores ha generado impactos técnicos, sociales y económicos tanto en los hogares, que necesiten de un suministro diario, como en las actividades productivas de menor escala, que requieren una calidad de servicio.

Con ese contexto, se ha detectado un vacío técnico-científico o incluso un déficit de estudios empíricos en las localidades del cantón Mera que caractericen el consumo horario de agua potable del sector residencial, por ello se hace necesario el presente estudio para determinar el coeficiente de consumo horario domiciliario a través del análisis de registros de medidores e información de la caracterización socioeconómica de sus usuarios; y, por último, los resultados de este estudio aportarán información técnica básica para determinar el diseño y la operación de los sistemas de agua potable del cantón, así como también, para apoyar procesos de planificación hídrica más eficaces y adaptados a la realidad local.

1.3. Justificación

Este estudio es relevante por varias razones prácticas: técnicas, sociales, ambientales y regulatorias. Desde el punto de vista técnico, conocer con exactitud el consumo de agua por hora es fundamental para diseñar sistemas eficaces, desde la captación hasta el almacenamiento y la distribución. Basarse en cifras obsoletas o genéricas, como las de la norma CPE INEN 005 [6], puede fácilmente derivar en sistemas sobredimensionados y poco eficientes o, peor aún, en infraestructuras insuficientes ante picos de demanda, especialmente en ciudades de rápido crecimiento.

Desde la óptica social, la localidad de Mera tiene un panorama muy complicado en disponibilidad del recurso hídrico, ya que la población ha tenido un crecimiento demográfico superior al 4% anual en los años recientes lo que ha ejercido presión sobre los sistemas de agua potable disponibles [7]. La situación descrita impacta significativamente en la calidad de vida de los pobladores y de aquellos sectores vulnerables en particular, con interrupciones en el servicio regular, baja presión y escaso acceso al agua para satisfacer necesidades primarias [12].

A su vez, la investigación adquiere importancia en el esquema del cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, haciendo énfasis en el ODS 6, que promueve el acceso universal y equitativo al agua potable segura y asequible [13]. Aportar datos empíricos actualizados sobre cómo se evidencia la conducta en los contextos residenciales puede ayudar a fortalecer la toma de decisiones de las autoridades locales y, al mismo tiempo, permitir la mejora de la eficiencia en la administración de los recursos hídricos [8].

Por último, este estudio representa una oportunidad para contribuir a la actualización técnica de los estándares de diseño en el país, bajo el análisis detallado de curvas de consumo horario adaptadas al contexto amazónico ecuatoriano. La información generada será útil no solo para el cantón Mera, sino que también servirá como punto de comparación para otras zonas con características socioeconómicas y climáticas similares.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar el coeficiente de consumo horario de agua en el ámbito residencial del cantón Mera.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar los factores que inciden en el consumo de agua potable en el sector residencial del cantón Mera.
- Recopilar la información adecuada para obtener las curvas de consumo horario de agua del sector residencial del cantón Mera.
- Calcular los coeficientes de variación del consumo horario de agua del sector residencial del cantón Mera.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Teórico

2.1.1. Conceptualización del agua potable

El agua potable es definida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como aquel recurso hídrico que es seguro para el consumo humano, libre de microorganismos patógenos, sustancias tóxicas o contaminantes que puedan representar un riesgo para la salud. Además de cumplir con estándares fisicoquímicos y microbiológicos, el agua potable debe ser accesible, confiable y suficiente para cubrir las necesidades básicas de una población [14].

Viéndolo desde una perspectiva más extensa, Gaspar y Suárez [1] resaltan que el agua no solo cuenta con una dimensión biológica, sino que a su vez tiene una dimensión social, cultural y económica, de manera que está relacionada con los principios de equidad en el acceso, gestión participativa y sostenibilidad ambiental, habiendo enlace con el desarrollo urbano, la salud pública y la calidad de vida.

En el caso ecuatoriano, la norma técnica del Código de Práctica Ecuatoriano INEN 005 relaciona el agua potable con el abastecimiento de agua potable de forma continua, con presiones y niveles de calidad que se vinculen a los parámetros establecidos por la ley del medio ambiente [6], no habiendo incorporado lo social y la urbanización, y dinámicas contemporáneas como el crecimiento urbano acelerado y la desigualdad en el acceso al agua potable por razones económicas, el agua y el cambio climático, lo que dificulta la aplicabilidad de las normas técnicas en el caso del cantón Mera.

Para facilitar una mayor comprensión del enfoque global del agua potable, se elige la representación de un diagrama de tipo Venn, tal como se puede observar en la **Figura 2** el cual sintetiza las tres dimensiones fundamentales del mismo, que son: el acceso, la calidad y la sostenibilidad. En esta figura se observa que el acceso equitativo y continuo, la seguridad sanitaria y la gestión ambiental responsable son componentes interdependientes que definen el concepto ampliado de agua potable [11]

Figura 2. Dimensiones del agua potable: acceso, calidad y sostenibilidad



Nota: Elaboración propia en base a información de Morales & Armijo (2025) [11].

2.1.2. Tipos y patrones de consumo de agua

El consumo de agua puede clasificarse de acuerdo a su uso: doméstico, comercial, industrial, agrícola y recreativo. Sin embargo, el objetivo del presente trabajo consiste únicamente en el análisis del consumo doméstico o residencial, entendido como la cantidad de agua utilizada en las viviendas para actividades de cocina, lavado, higiene y limpieza, un consumo que muestra una variabilidad intensa como resultado de los diferentes factores culturales, climatológicos, tecnológicos o socioeconómicos.

De acuerdo a diferentes estudios, los patrones de consumo muestran algunos cambios diarios y semanales, también cambian con las estaciones y pueden ser muy diferentes dependiendo de si uno se encuentra en una ciudad o en el campo. Por ejemplo, en zonas urbanas densas, el consumo tiende a concentrarse en horas pico (entre las 06h00–09h00 y las 18h00–21h00), mientras que en zonas rurales el patrón puede ser más homogéneo [15].

La **Tabla 1** muestra una síntesis de los principales patrones de consumo horario residencial observados en distintos estudios internacionales y nacionales, lo cual permite contrastar los resultados esperados en el cantón Mera.

Tabla 1. *Patrones de consumo horario residencial en distintos contextos urbanos*

Autor / Estudio	Ubicación	Horas Pico de Consumo	Comentario Relevante
Valverde (2024) [16]	Puyo, Ecuador	06h00–08h00 / 18h00–21h00	Patrón bimodal en zona urbana amazónica
Ismail et al. (2024) [17]	Egipto	07h00–09h00 / 19h00–22h00	Influencia del clima cálido y hábitos culturales
Rondinel & Sarmiento (2020) [18]	Puno, Perú	05h30–07h30 / 18h00–20h00	Menor uso diurno por ocupación laboral fuera de casa
Kapanski & Klyuev (2025) [19]	Global (meta-análisis)	06h00–09h00 / 17h00–20h00	Alta coincidencia de picos en contextos urbanos
Arellano & Bayas (2021) [20]	Ecuador (<150.000 hab)	06h00–08h30 / 18h00–21h00	Relevancia del tamaño poblacional en la demanda

Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse en la tabla, los patrones horarios de consumo presentan conductas repetitivas, específicamente en el ámbito urbano de América Latina, donde la jornada laboral y el acceso a electrodomésticos definen las franjas de mayor demanda. La información recopilada en el presente estudio permitirá construir una curva de consumo horario propia del cantón Mera, la cual se contrastará con estos patrones internacionales y nacionales.

2.1.3. Factores que influyen en el consumo residencial de agua

El consumo de agua potable en los hogares no es un proceso uniforme ni constante. Diversos estudios han demostrado que este comportamiento está condicionado por una amplia gama de factores interrelacionados, que van desde elementos demográficos y económicos hasta aspectos climáticos y culturales [21].

Entre los factores demográficos destacan el tamaño del hogar, la edad de los integrantes, y el número de personas por vivienda. Los factores económicos, que están relacionados con el nivel de ingresos y la capacidad de pago, condicionan directamente el consumo de aquellos electrodomésticos que consumen agua (lavadoras, duchas eléctricas, etc.) y la conexión a servicios informales de los municipios. De forma similar, los factores culturales y de conducta relacionados con las prácticas de higiene, la percepción de la

escasez del recurso y las costumbres locales también tienen como consecuencia las horas y los volúmenes de uso [22].

A nivel externo, los factores climáticos también tienen relevancia. En regiones cálidas y húmedas como la Amazonía ecuatoriana, se tiende a un mayor uso del agua para la higiene corporal y el aseo del hogar, lo que incrementa la demanda diaria, especialmente en horas de alta temperatura. La **Tabla 2** resume los principales factores que afectan el consumo de agua potable en el ámbito residencial, categorizados por dimensión.

Tabla 2. Factores que influyen en el consumo de agua residencial

Dimensión	Factores específicos
Demográfica	Número de personas por vivienda, edad, composición familiar
Económica	Ingreso mensual, tarifa del agua, acceso a subsidios, electrodomésticos
Cultural/Social	Hábitos de higiene, costumbres locales, conciencia ambiental
Climática	Temperatura promedio, humedad relativa, régimen de lluvias
Infraestructura	Estado del sistema de distribución, tipo de conexión, disponibilidad de medidores
Gestión del recurso	Racionamientos, cortes programados, presión del sistema

Fuente: Información adaptada de [22]

2.1.4. Curva característica de consumo

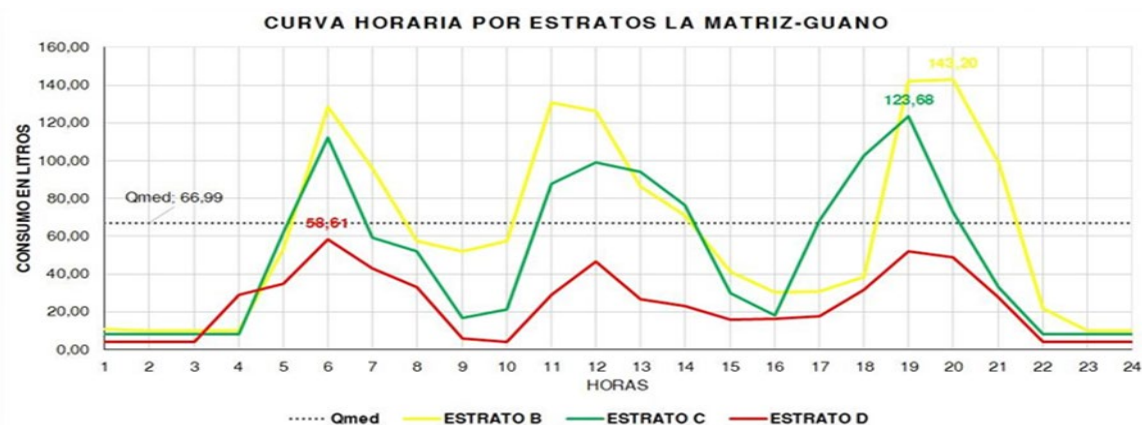
En esta curva se muestra de manera gráfica el comportamiento del consumo de agua en el transcurso de las 24 horas del día, lo que permite reconocer las franjas horarias con mayor demanda. Su análisis es fundamental para evaluar la capacidad operativa de los sistemas de distribución [23].

Al analizar el rendimiento de los sistemas de suministro de agua, representar gráficamente el consumo por hora permite identificar con precisión los momentos de mayor presión en la red. Esta herramienta visual resulta fundamental para la planificación operativa, ya que ayuda a predecir los caudales mínimos y máximos, ajustar correctamente la presión

y determinar los rangos de funcionamiento óptimos para bombas y válvulas antes de que surjan problemas [24].

La **Figura 3** presenta una curva horaria del consumo residencial en función de los estratos sociales; se basa en un estudio realizado en el cantón Guano. En ella se puede apreciar la existencia de una bimodalidad típica, dado que presenta dos picos característicos del consumo: el primero, en el intervalo de las 06h00 a las 07h00, que se relaciona con las actividades domésticas matutinas y el segundo, que se refleja entre las 18h00 hasta las 20h00, que tiene que ver por una parte con el retorno del trabajo o por el otro lado, con las actividades nocturnas. Además, se evidencia una diferencia de consumo entre estratos, siendo el estrato B el de mayor consumo, seguido por el estrato C, mientras que el estrato D muestra un uso considerablemente menor.

Figura 3. Curva horaria por estratos residenciales



Fuente: Ilustración obtenida de Llamuca & Vallejo (2023) [25].

Para el caso del cantón Mera este tipo de análisis logrará que se determine no solo el coeficiente horario real (k_2), sino que también se pueda establecer franjas críticas de consumo en donde se podrían requerir de ajustes operativos o intervenciones en la red para evitar desabastecimientos o pérdidas de presión.

2.2. Estado del Arte

El estudio del consumo del agua potable en las ciudades ha cobrado cada vez más importancia en los últimos años, especialmente en zonas donde el crecimiento demográfico supera la capacidad de la infraestructura existente. Esta sección revisa las investigaciones más relevantes, tanto a nivel nacional como internacional, junto con la normativa vigente y experiencias reales similares que constituyen una sólida referencia técnica y contextual para este trabajo.

En el contexto ecuatoriano, varias investigaciones han abordado el análisis del consumo de agua potable desde perspectivas técnicas y socioeconómicas. Arellano y Bayas [20] realizaron un estudio significativo en poblaciones menores a 150 000 habitantes, proponiendo dotaciones de agua basadas en características meteorológicas y socioeconómicas específicas del país. Este trabajo sentó un precedente importante al cuestionar la aplicabilidad directa de normas estandarizadas y al proponer parámetros ajustados a la realidad local.

Otro aporte valioso es el de Arellano y Peña [26], quienes utilizaron modelos de regresión lineal para predecir el consumo de agua potable en función de variables como el número de miembros de los hogares, el ingreso mensual y la infraestructura sanitaria, coincidiendo con los citados anteriormente en que la variabilidad del flujo no puede explicarse solo a partir de promedios poblacionales, sino que necesita ser analizada en función del contexto.

También encontramos en el análisis de Valverde [8] desarrollado en la ciudad de Puyo (en la región amazónica) un antecedente metodológico inmediato. Este autor determinó el coeficiente de consumo horario residencial mediante mediciones empíricas y análisis de curvas de característica de consumo horario, estableciendo un modelo replicable para otras ciudades amazónicas como el cantón Mera.

A nivel internacional, múltiples investigaciones han evidenciado que el consumo de agua potable residencial está influenciado por una combinación de factores físicos, sociales y culturales. Sánchez y Ávila [27] realizaron una revisión general de los patrones de consumo en los países en vías de desarrollo. En dicha revisión concluyeron que el uso doméstico del agua viene determinado, entre otras variables por el nivel educativo, la percepción del recurso y la configuración familiar.

Peña y Arellano [28] propusieron un modelo de los hogares para caracterizar el consumo per cápita en regiones áridas, destacando la conveniencia de utilizar modelos predictivos para garantizar la sostenibilidad de los recursos hídricos. A su vez, Vega [29] analizó el uso del agua en hogares familiares en ciudades de alta densidad habitacional, sugiriendo franjas horarias claves de consumo que podrían contribuir a la planificación del suministro.

A nivel internacional, la Organización Mundial de la Salud (OMS) afirma que entre 50 y 100 litros de agua por persona al día son suficientes para cubrir necesidades básicas

como la higiene personal y doméstica [14]. Sin embargo, como han demostrado varios estudios, el consumo real de agua en las zonas urbanas supera con creces esta recomendación.

La principal norma técnica nacional que se emplea para el diseño de sistemas de agua potable en el Ecuador es la CPE INEN 005, la cual establece parámetros como el consumo por persona, coeficientes de variación diaria y horaria (K_1 y K_2), así como criterios de dimensionamiento hidráulico de los sistemas. No obstante, la normativa ha permanecido sin ninguna actualización durante más de 30 años, lo que limita su aplicabilidad frente a las actuales condiciones de crecimiento poblacional, el cambio climático y nuevos hábitos de consumo [6].

A nivel de política global, el Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 (ODS 6) de las Naciones Unidas busca garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua para todos [13]. Este objetivo destaca no solo el acceso físico al agua, sino también la equidad, la calidad y la sostenibilidad del suministro a largo plazo, condiciones que actualmente enfrentan grandes desafíos en lugares como el cantón de Mera.

Los problemas resultantes del desfase entre la demanda real de agua y la infraestructura existente no es un fenómeno aislado de Mera. Ciudades intermedias en rápido crecimiento enfrentan condiciones similares en varios países. En el continente africano, Boulaich [30] estudió la expansión de la urbanización en ciudades del África Subsahariana, la cual ha superado los límites de los sistemas hídricos, generando servicios intermitentes en las ciudades y, como consecuencia, racionamientos de los servicios en los sectores más vulnerables.

En el continente sudamericano, trabajos como el de Acuña y Tudela [31] en el noreste de Brasil, también muestran como la urbanización incontrolada y la falta de reformas de la normativa urbanística han llevado a mantener una crisis estructural en el acceso al agua potable en las zonas semiáridas.

En Ecuador, ciudades como Tena, Macas y Puyo comparten muchas similitudes con el cantón Mera: tasas de crecimiento poblacional superiores al 3 % anual y los mismos problemas a la hora de planificar sus sistemas de agua [32]. Estos ejemplos demuestran la imperiosa necesidad de realizar estudios localizados y reales como este, para actualizar los coeficientes de diseño y comprender de mejor manera la gestión de los recursos hídricos.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Enfoque y Tipo de Investigación

La presente investigación adopta un enfoque cuantitativo con orientación descriptiva y explicativa, ya que busca medir, analizar y explicar los patrones de consumo de agua potable en un contexto urbano específico. El estudio se sustenta en la recolección de datos numéricos obtenidos mediante instrumentos estructurados, como registros de medidores y encuestas estandarizadas, lo cual permite aplicar métodos estadísticos para interpretar los resultados.

Con base en el criterio del tipo de investigación, se clasifica como aplicada, ya que intenta generar resultados útiles para la mejora del diseño y la gestión de los sistemas de agua potable en zonas urbanas. También se refleja que se trata de una investigación no experimental ya que no se manipulan las variables, sino que se observan en el lugar y en el contexto de las zonas urbanas de las cuales se extraen relaciones y tendencias. En ese sentido, el trabajo se pretende realizar contribuiría con herramientas técnicas y criterios ajustados a la realidad local y que permitan optimizar la planificación hidráulica en lo municipal.

3.2. Diseño Metodológico

El diseño metodológico aplicado en esta investigación es propio de un diseño transversal correlacional, en el cual los datos fueron recogidos en un tiempo determinado del año, lo que permite crear relaciones entre variables como el consumo horario de agua y los factores socioeconómicos de la población usuaria. Este planteamiento metodológico se muestra pertinente cuando se desea describir un fenómeno en un tiempo específico y evaluar sus posibles causas o condicionantes.

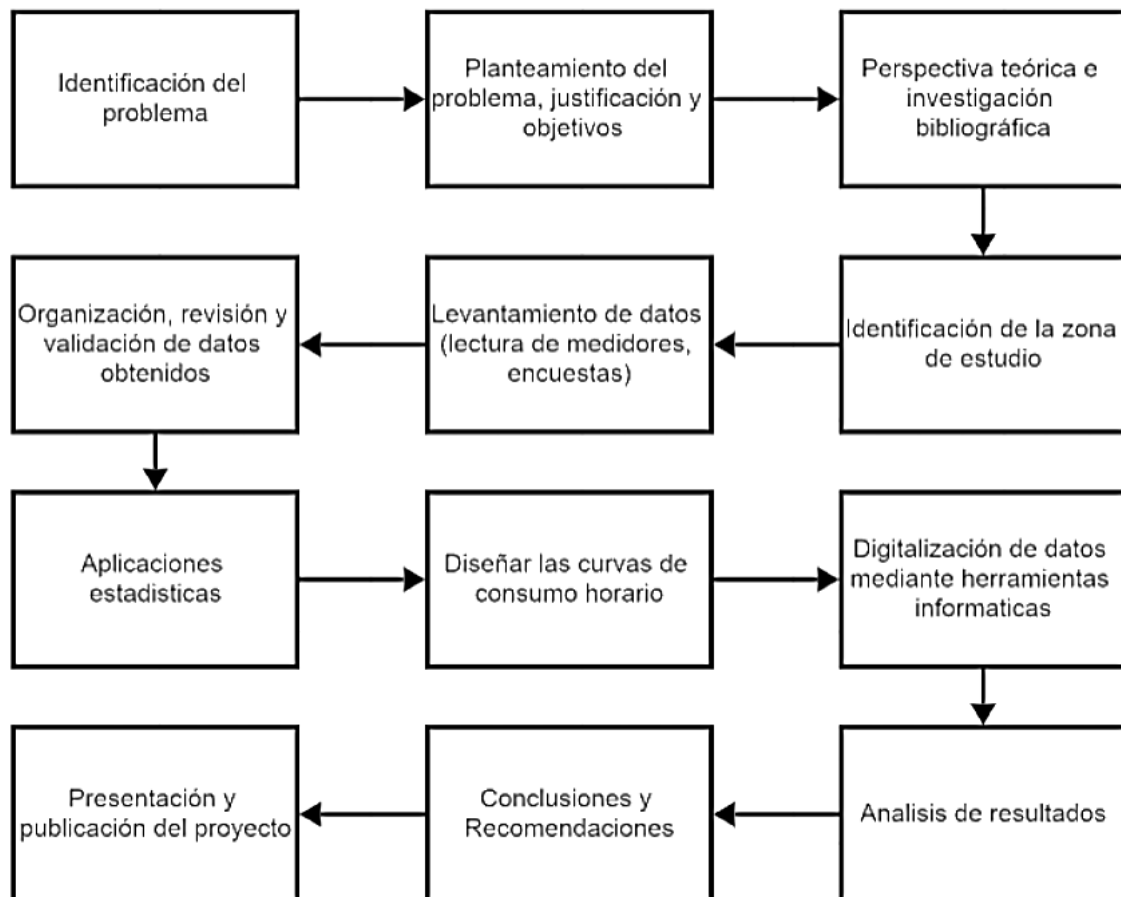
Se planteó una metodología mixta estructurada en tres etapas:

- Como primer punto tenemos al levantamiento de información técnica bajo el uso de medidores instalados en viviendas seleccionadas.
- En segundo lugar, se plantea la aplicación de encuestas en donde se caracteriza la situación socioeconómica de los hogares.
- Finalmente, está el análisis estadístico y la modelación de curvas de consumo horario.

Esta estructura permite incorporar datos técnicos con aspectos sociales, fortaleciendo la validez de las conclusiones.

La **Figura 4** presenta el esquema metodológico en el proceso investigativo.

Figura 4. *Esquema Metodológico*



3.3. Fuentes de Información

La presente investigación se sustenta en el uso de fuentes de información primarias y secundarias, las cuales permitieron abordar el análisis del consumo horario de agua potable desde una perspectiva empírica, técnica y normativa, garantizando la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos.

3.3.1. Primarias

Las fuentes primarias fueron obtenidas directamente en el área de estudio y constituyen la base fundamental del análisis del consumo real de agua potable en el sector residencial del cantón Mera. Estas incluyen:

- **Registros horarios de medidores:** Se emplearon medidores domiciliarios con capacidad de lectura a intervalos regulares (1 hora), lo que permitió obtener series temporales continuas y detalladas del consumo de agua potable. Esta información fue esencial para identificar los patrones de variación horaria, determinar caudales máximos y construir las curvas de consumo horario residencial.
- **Encuestas socioeconómicas estructuradas:** Se aplicaron cuestionarios a los usuarios del sistema de agua potable con el fin de recopilar información sobre el tamaño del hogar, nivel de ingresos, disponibilidad de equipamiento sanitario, hábitos de consumo y percepción del servicio. Dichos datos sirvieron para relacionar el comportamiento del consumo con las variables socioeconómicas de una forma más sencilla, lo cual sirvió para analizar aquellos factores que pueden incidir en la demanda del consumo de agua potable.

En conjunto estas fuentes permite vincular el consumo real de agua potable dado de alta en los medidores con las características sociales y económicas de los hogares, obteniendo coeficientes de variación y curvas de demanda adecuadas a la situación local.

3.3.2. Secundarias (normativas, estudios previos)

Las fuentes secundarias estuvieron conformadas por documentos normativos, investigaciones previas y bases de datos institucionales, que sirvieron como respaldo teórico y técnico del estudio. Entre las principales se consideran:

- Normativa ecuatoriana CPE INEN 005-1:2011, referente al estudio y diseño de sistemas de agua potable, utilizada como base para la comparación de los coeficientes de consumo obtenidos en el estudio.
- Investigaciones previas relacionadas con la estimación de coeficientes horarios, análisis de dotaciones y patrones de consumo residencial, que aportaron criterios metodológicos para el desarrollo del trabajo.
- Informes técnicos emitidos por entidades del sector público como INAMHI y los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) que aportaron

información climática, datos de infraestructura hidráulica y caracterización de la urbanización del cantón Mera.

Al combinar todas esas fuentes, se compararon los datos reales recopilados en el terreno con lo estipulado en las normativas vigentes. De esta forma, se identificaron discrepancias y se determinaron los aspectos en los que es necesario ajustar los modelos de diseño hidráulico.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Para la caracterización urbana y de condiciones socioeconómicas de la población se utilizó el método de caracterización urbanística y socioeconómica aplicable a poblaciones menores a 150 000 habitantes [33]. Este método permitió identificar y clasificar los niveles socioeconómicos de la localidad, constituyendo una herramienta clave para el análisis de la relación entre consumo de agua potable y condiciones socioeconómicas.

Con base en este enfoque metodológico, se aplicaron encuestas socioeconómicas y se realizó la toma de lecturas de consumo en los barrios de la cabecera cantonal de Mera, provincia de Pastaza – Ecuador, focalizando el análisis en el sector residencial.

Para la determinación del tamaño muestral se utilizó el muestreo probabilístico aleatorio simple, garantizando que todas las viviendas de la población tuvieran la misma probabilidad de ser seleccionadas y asegurando la representatividad estadística del estudio [34].

Una vez obtenidos los datos, estos fueron tabulados y procesados mediante el programa Microsoft Excel, herramienta que permitió la organización de la información, la clasificación de los estratos socioeconómicos, la construcción de curvas de consumo, el cálculo de caudales máximos y la determinación de los coeficientes de modulación horaria.

Con el fin de garantizar la validez y confiabilidad de la información recopilada, se aplicaron tres técnicas principales de recolección de datos: observación directa, encuestas socioeconómicas y registros horarios de consumo mediante medidores, las cuales permitieron abordar el fenómeno del consumo de agua potable desde una perspectiva cuantitativa integral, considerando tanto factores técnicos como sociales.

3.4.1. Observación directa

La observación directa se utilizó como técnica complementaria para validar las condiciones físicas del entorno y del sistema de abastecimiento en los sectores seleccionados. Mediante recorridos de campo se registraron aspectos como:

- Tipología de las viviendas (unifamiliares o multifamiliares).
- Estado de la infraestructura hidráulica domiciliaria.
- Presencia de tanques de reserva o sistemas de almacenamiento.
- Existencia de pérdidas visibles en conexiones o medidores.

La información se registró en hojas de observación personalizadas, lo que nos permitió comprender mejor y contextualizar los datos recopilados mediante encuestas y registros de consumo.

3.4.2. Encuestas socioeconómicas

Se emplearon encuestas estructuradas a una muestra significativa de hogares con el objetivo de reunir información demográfica, económica que se encuentre relacionada con el uso del recurso hídrico. Los principales ítems abordados incluyeron:

- Número de miembros por hogar.
- Nivel educativo y ocupación del jefe del hogar.
- Equipamiento domiciliario que implique consumo de agua (lavadora, calentador, entre otros).
- Frecuencia de actividades de alta demanda hídrica (lavado, limpieza, riego).

Dichas encuestas se diseñaron de manera física como digital para que así sea más fácil su aplicación en campo y de esta forma se asegure una adecuada cobertura de la muestra seleccionada.

3.4.3. Registros horarios de medidores

La técnica principal de recolección de información fue la medición del consumo horario de agua potable mediante la observación directa de medidores inteligentes en

viviendas seleccionadas. Estos dispositivos permitieron registrar de manera manual el volumen de agua consumido en intervalos regulares.

El proceso de recolección incluyó:

- Selección de los medidores en buen estado en el punto de entrada de cada vivienda.
- Medición continua del consumo durante un período mínimo de siete días consecutivos.
- Descarga, respaldo y almacenamiento de los datos para su posterior análisis estadístico.

3.5. Población y Muestra del Estudio

Determinar la población y el tamaño de la muestra es un paso fundamental en este método de investigación, ya que ayuda a definir con precisión qué estamos analizando y garantiza que los datos recopilados sean estadísticamente sólidos. En este estudio, la población está compuesta por hogares con conexiones de agua registradas en la cabecera parroquial de Mera, ubicada en la provincia de Pastaza, Ecuador.

3.5.1. Población de Estudio

De acuerdo con datos del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Municipal de Mera, a marzo de 2024 el sistema de agua potable alcanza las 608 acometidas activas. El mencionado sistema se compone de dos fuentes de captación, Mangayaku y Río Tigre, las cuales, si bien operan en forma independiente en algunos puntos, se hallan interconectadas hidráulicamente y por lo tanto se agrupan también en una única red de distribución.

No obstante, al contrastar la información técnica y realizar las observaciones de campo, se concluyó que no todos los puntos de acometida corresponden a viviendas habitadas de uso residencial, sino que algunos también pertenecen a solares, inmuebles abandonados o establecimientos comerciales, los cuales fueron excluidos de la investigación por no ser representativos de la conducta de consumo horario doméstico. Igualmente, se verificó el estado de operatividad de los contadores, excluyendo aquellos abiertos, sustraídos o alterados.

Luego de aplicar estos criterios de depuración, la población efectiva de estudio quedó conformada por 425 viviendas residenciales activas conectadas a la red de agua potable de la cabecera cantonal de Mera.

3.5.2. Tamaño de la Muestra

Para la selección de la muestra se aplicó el método de muestreo probabilístico aleatorio simple, el cual garantiza que cada unidad de la población tenga la misma probabilidad de ser seleccionada. Se consideró un “nivel de confianza” del 95 % y un “margen de error” del 5 %, parámetros comúnmente aceptados en investigaciones de campo con fines descriptivos.

El tamaño de la muestra se calculó mediante la fórmula estadística para poblaciones finitas, expresada como:

$$n = \frac{z^2 * N * p * q}{e^2 * (N - 1) + z^2 * p * q} \quad (1)$$

Donde:

- n = tamaño de la muestra
- Z = valor del nivel de confianza (1.96 para un 95 %)
- N = tamaño de la población (425 viviendas)
- p = probabilidad de ocurrencia (0.50)
- q = probabilidad de no ocurrencia (0.50)
- e = error máximo permisible (0.05)

Al sustituir los valores en la ecuación, se obtiene:

Tabla 3. *Muestra para la cabecera parroquial de Mera*

Parroquia	Barrio	Ecuación	Número de Muestras
Mera	Miraflores	$n = \frac{1.96^2 * 425 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 * (425 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$	202
	Central		
	Obrero		
	Orquídeas		
	Ciudadela Municipal		

Fuente: Villarruel, S (2026).

Por ende, el tamaño muestral mínimo necesario para asegurar la representatividad del estudio fue de 202 viviendas.

3.6. Procesamientos y métodos de Análisis de Datos.

Para alcanzar los objetivos de esta investigación, utilizamos diversos métodos de análisis para comprender y conectar la información recopilada de varias fuentes primarias y secundarias. Al combinar enfoques cuantitativos y descriptivos, logramos obtener una visión integral de los patrones de consumo y sus factores determinantes en este contexto específico.

3.6.1. Análisis de caracterización urbanística y socioeconómica

Este análisis se basó en metodologías de evaluación integrada de variables urbanísticas, demográficas y socioeconómicas a nivel barrial, utilizadas en estudios de consumo residencial de servicios públicos [18]. Dicho enfoque facilitó la organización efectiva de las viviendas en tipologías homogéneas, incluyendo para la clasificación, aspectos como la densidad poblacional, morfología urbana o calidad de la infraestructura y nivel socioeconómico de los domicilios.

Los factores se clasificaron en:

- Tipo de vivienda
- Número de habitantes por domicilio
- Nivel educativo

- Tenencia de servicios básicos
- Nivel de ingreso
- Condiciones constructivas

Con la ayuda de estos factores se prepararon los índices sintéticos, de manera en la que a cada domicilio se le asignara un puntaje a partir de las respuestas de la encuesta socioeconómica, cuya estructura se presenta en el **Anexo 2**.

De este modo, se procedió a sumar los puntajes obtenidos en cada grupo de preguntas de la ficha socioeconómica, lo que permitió definir el criterio de categorización de los hogares en estratos socioeconómicos, según los rangos establecidos en la **Tabla 4**. Esta clasificación facilitó la posterior comparación entre los estratos socioeconómicos y los patrones de uso del recurso hídrico en el área de estudio.

Tabla 4. Categorización socioeconómica

Rango	Categoría	Estrato Socioeconómico
100-81	A	De ingresos altos
80-61	B	De ingresos mayores que el promedio
60-31	C	De ingresos menores que el promedio
24-0	D	De ingresos bajos

Fuente: Información obtenida de [18]

Con estos criterios de estudio se seleccionaron 202 acometidas residenciales de la cabecera parroquial de Mera, a las cuales se aplicaron encuestas para identificar cuáles satisfacen los criterios de inclusión.

3.6.2. Análisis de resultados de encuesta de consumo horario residencial.

Además de la encuesta considerada en el **Anexo 2**, se utilizó una segunda que se encuentra en el **Anexo 1**, la cual se basa en la obtención de información específica para poder efectuar un análisis más detallado sobre el comportamiento del consumo de agua en Mera, que permite obtener datos relevantes para el estudio como por ejemplo si tiene el servicio de agua las 24 horas, tipo de residencia, dimensiones del predio, número de personas por hogar,

la calidad del agua que llegue a los hogares, existencia de algún tipo de almacenamiento de agua y número de unidades sanitarias.

Los datos recolectados mediante encuestas fueron analizados con técnicas estadísticas descriptivas y de asociación. Inicialmente, se aplicaron medidas de tendencia central (media, mediana) y dispersión (desviación estándar) para caracterizar la población estudiada. Los datos que se recopilaron fueron procesados a través del programa Excel donde se pudo realizar la tabulación y respectivo análisis de la información recolectada.

3.7. Procesamiento y representación de resultados recolectados en campo.

3.7.1. Segmentación de la muestra para las lecturas de medidores.

Una vez definida la muestra inicial de viviendas residenciales de la cabecera parroquial de Mera, se procedió a realizar un proceso de depuración y segmentación con el propósito de garantizar que las lecturas obtenidas reflejen de manera confiable el comportamiento real del consumo horario de agua potable en los hogares seleccionados. Este procedimiento fue necesario debido a que no todas las viviendas presentaban condiciones adecuadas para el registro directo del consumo desde la red pública de abastecimiento.

Como criterio de exclusión técnica, se descartaron las viviendas con sistemas de almacenamiento de agua, como tanques de lavandería, depósitos elevados, cisternas u otros dispositivos similares. Estas viviendas se excluyeron porque dichos elementos interfieren con la relación directa entre el consumo doméstico y el volumen registrado por el contador. Cuando existe almacenamiento, el contador no solo registra el consumo inmediato del usuario, sino también el volumen acumulado durante el llenado de dichos depósitos. Esto genera patrones de demanda artificiales que no se corresponden estrictamente con el consumo real de agua por hora en la vivienda.

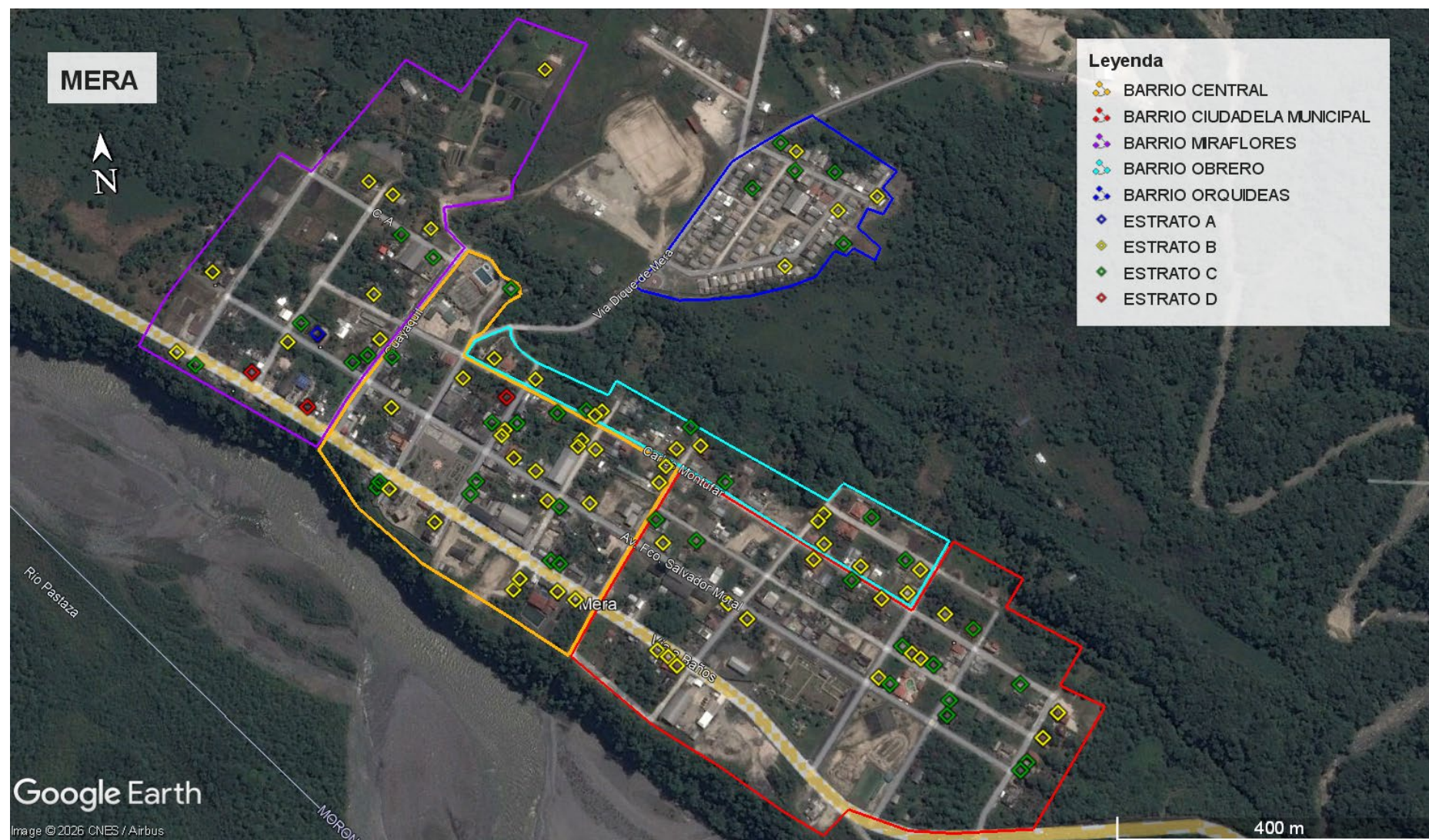
Desde la perspectiva hidráulica, la presencia de depósitos o embalses internos distorsiona la curva de consumo, ya que el caudal medido puede presentar picos durante periodos de llenado específicos, en lugar de durante las horas de mayor consumo. Esto reduce la representatividad de los datos y dificulta la elaboración de curvas horarias fiables para el análisis del comportamiento residencial. Por este motivo, la metodología se diseñó para funcionar únicamente con viviendas donde la conexión directa permitiera registrar el consumo de agua directamente desde la red de distribución hasta los puntos de uso, sin la interferencia de depósitos.

Como resultado de este proceso de segmentación, en la cabecera parroquial de Mera el estudio de campo se concentró en los barrios Miraflores, Central, Obrero, Ciudadela Municipal y Orquídeas, sectores que fueron seleccionados por su representatividad urbana y por contar con viviendas residenciales conectadas al sistema formal de abastecimiento. De la muestra inicial de 202 viviendas, se excluyeron 100 viviendas que presentaban algún tipo de sistema de almacenamiento de agua, obteniéndose así una muestra final de 102 viviendas aptas para el monitoreo de lecturas horarias de medidores.

A cada una de las viviendas incluidas en la muestra final se le aplicó un procedimiento integral de levantamiento de información. En primer lugar, se efectuó la encuesta orientada a caracterizar el consumo horario de agua potable, recopilando datos sobre uso del recurso, número de ocupantes, continuidad del servicio y condiciones de abastecimiento. En segundo lugar, se aplicó una encuesta de tipo socioeconómico, con la finalidad de clasificar a los hogares según sus características demográficas, económicas y de infraestructura habitacional. Ambos instrumentos permitieron relacionar el comportamiento horario del consumo con las condiciones socioeconómicas de la población estudiada. Las fichas empleadas para este proceso se presentan en el **Anexo 1** y el **Anexo 2**.

Para reforzar el análisis espacial del estudio, se georreferenciaron los medidores de las viviendas seleccionadas. Esto permitió ubicar los puntos de monitoreo dentro de la zona urbana del cantón y verificar la cobertura en los diferentes barrios analizados. La **Figura 5** muestra los puntos de medición georreferenciados en las áreas incluidas en el estudio, que sirven como base espacial para analizar el consumo horario de agua residencial en el cantón de Mera.

Figura 5. Ubicación geográfica de medidores según el estrato socioeconómico en la cabecera cantonal Mera.



3.7.2. Cuantificación horaria de volúmenes de agua potable

Las lecturas para las redes de distribución Mangayaku y Rio Tigre se registraron los volúmenes de agua potable mediante una ficha electrónica con lecturas obtenidas en cada vivienda durante un período de 7 días consecutivos de la semana, las 24 horas. En esta ficha se especifican los datos relacionados con el titular del predio, la red a la que pertenece, el estrato que se categorizó, el día, la semana de análisis, las horas establecidas y la unidad de lectura. La hoja de Excel fue programada con el fin de que al ingresar la información de cada vivienda, se calcularon automáticamente los caudales consumidos en litros/hora como se observa en la **Figura 6**.

Figura 6. Hoja de registro de consumo de agua potable.

CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE CANTÓN MERA																					
FICHA DE REGISTRO DE LECTURA HORARIA																					
Intervalo Horario	Titular del medidor												Estrato								
	Red de abastecimiento																				
	Fecha																				
Horario	LUNES			MARTES			MIERCOLES			JUEVES			VIERNES			SABADO			DOMINGO		
	m3	litros	Consumo	m3	litros	Consumo	m3	litros	Consumo	m3	litros	Consumo	m3	litros	Consumo	m3	litros	Consumo	m3	litros	Consumo
24:00 - 01:00	710.6807	710680.7		710.6807	710680.7		710.6807	710680.7		710.6807	710680.7		710.6807	710680.7		710.6807	710680.7		710.6807	710680.7	
01:00 - 02:00	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0
02:00 - 03:00	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0
03:00 - 04:00	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0
04:00 - 05:00	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0
05:00 - 06:00	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0
06:00 - 07:00	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0	710.6807	710680.7	0
07:00 - 08:00	710.6884	710688.4	7.7	710.6884	710688.4	7.7	710.6884	710688.4	7.7	710.6884	710688.4	7.7	710.6884	710688.4	7.7	710.6884	710688.4	7.7	710.6884	710688.4	7.7
08:00 - 09:00	710.7052	710705.2	16.8	710.7052	710705.2	16.8	710.7052	710705.2	16.8	710.7052	710705.2	16.8	710.7052	710705.2	16.8	710.7052	710705.2	16.8	710.7052	710705.2	16.8
09:00 - 10:00		0	-710705.2		0	-710705.2		0	-710705.2		0	-710705.2		0	-710705.2		0	-710705.2		0	-710705.2
10:00 - 11:00		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0
11:00 - 12:00		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0
12:00 - 13:00		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0
13:00 - 14:00		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0
14:00 - 15:00		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0
15:00 - 16:00		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0
16:00 - 17:00		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0
17:00 - 18:00		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0
18:00 - 19:00		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0
19:00 - 20:00		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0
20:00 - 21:00		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0
21:00 - 22:00		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0
22:00 - 23:00		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0
23:00 - 24:00		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0

3.7.3. Descripción del equipo de medición de caudales

En la cabecera parroquial de Mera se identificaron siete tipos de medidores domiciliarios instalados en diferentes barrios. De manera predominante, los usuarios disponen de medidores asociados a la clasificación “ISO 4064 Class B”, utilizada como referencia metrológica para la medición del consumo en redes de agua potable [35]. En la **Figura 7** se muestra un ejemplo del medidor identificado con esta clasificación.

Figura 7. *Medidor domiciliario identificado como “ISO 4064 Class B”.*



Como segunda marca se registraron medidores ITRON de chorro único, empleados principalmente en uso residencial y adecuados para instalaciones de agua fría. Este tipo de medidor cuenta con un sistema de transmisión entre turbina e indicador (relojería), lo cual permite que la lectura del volumen no se vea afectada significativamente por la presencia de partículas en el agua [36]. Además, registra el consumo en metros cúbicos (dígitos negros) y decimales (dígitos rojos), e incorpora un indicador de flujo que facilita la detección visual de consumos mínimos o posibles fugas. Un ejemplo del medidor ITRON identificado se presenta en la **Figura 8**.

Figura 8. *Medidor ITRON de chorro único instalado en vivienda residencial*



Como tercera marca se identificaron medidores Hidro (Hidro Meters), los cuales se observaron en varios domicilios de la zona de estudio. Este tipo de medidor presenta elementos de lectura y señalización del consumo similares a otros medidores de uso residencial, incluyendo totalizador y componentes indicadores de flujo [37]. En la **Figura 9** se muestra un medidor Hidro registrado durante el trabajo de campo.

Figura 9. *Medidor Hidro (Hidro Meters) registrado en el área de estudio.*



Adicionalmente, durante el levantamiento de información se evidenciaron casos con medidores de otras marcas o configuraciones, observados en menor proporción en ciertos domicilios (**Figura 10**). Estas variaciones se consideraron dentro del inventario de

medidores identificados, debido a que pueden influir en la disponibilidad y consistencia de lecturas durante el periodo de monitoreo.

Figura 10. *Otros tipos de medidores identificados en menor proporción en el área de estudio.*



Finalmente, se identificaron medidores AHS en algunos domicilios, aunque con menor frecuencia. Estos corresponden a medidores de chorro único que, según su configuración, requieren instalación en posición horizontal [38]. En ciertos modelos se observó el uso de glicerina para mejorar la visibilidad y estabilidad de lectura. El medidor registra el consumo en metros cúbicos (dígitos negros) y decimales (dígitos rojos), e incorpora un indicador de flujo tipo engranaje que permite identificar consumos continuos compatibles con fugas. Un ejemplo del medidor AHS encontrado se muestra en la **Figura 11**.

Figura 11. *Medidor AHS de chorro único identificado en un domicilio*



Posteriormente, se establecieron correlaciones bivariados entre variables socioeconómicas (número de habitantes, tenencia de electrodomésticos) y los volúmenes

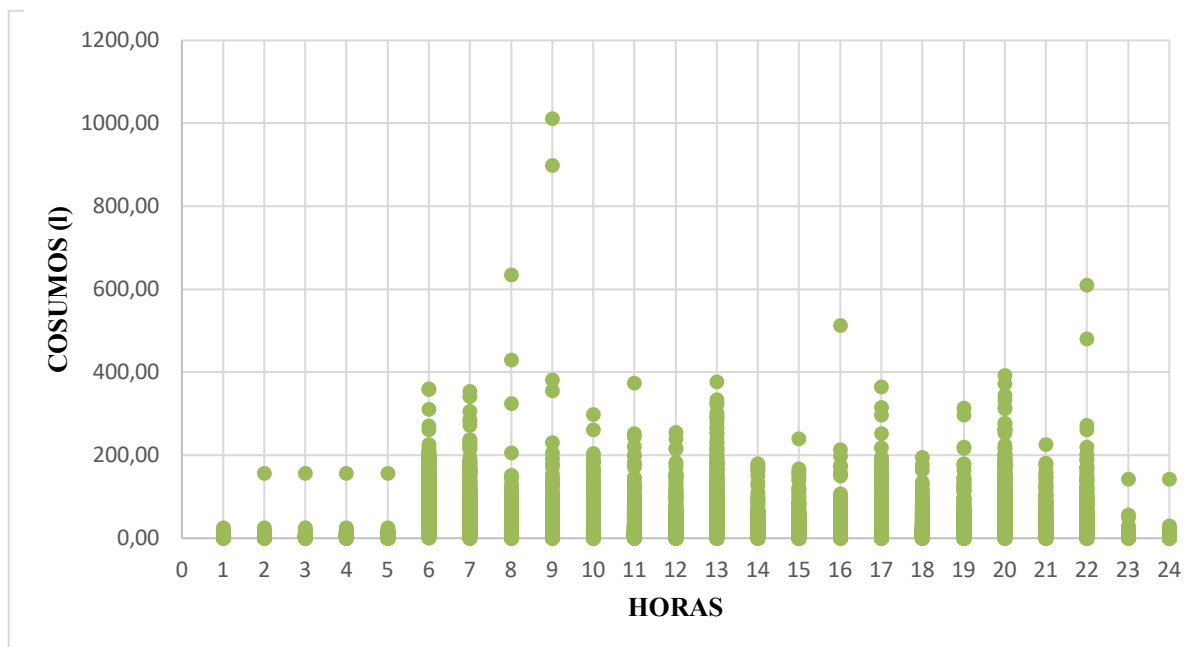
registrados por los medidores. Asimismo, se identificaron perfiles predominantes de consumo que reflejan distintos patrones de comportamiento según las condiciones del hogar.

3.7.4. Procesamiento y análisis estadísticos de datos.

3.7.4.1. Tabulación de datos iniciales

La etapa de recolección de datos en campo se llevó a cabo de forma manual, registrando la información en la ficha electrónica tal como se presenta en la **Figura 12**, para después proceder con el ingreso y procesamiento en el software Excel. En esta etapa también se implementó una programación automatizada para estandarizar el consumo en litros/hogar y posteriormente realizar el análisis tendiente a determinar la clasificación de la clase socioeconómica. En la cabecera parroquial de Mera se han registrado un total de 17136 lecturas en la semana del 10 al 16 de diciembre del 2025, las cuales permiten calcular los consumos horarios de todos los barrios cubiertos. Seguidamente se analizaron estos datos mediante un diagrama de dispersión en el software Excel para comenzar a tener un concepto de cómo se correlacionan los consumos con las horas y detectar valores anómalos.

Figura 12. *Diagrama de dispersión de cantón Mera.*



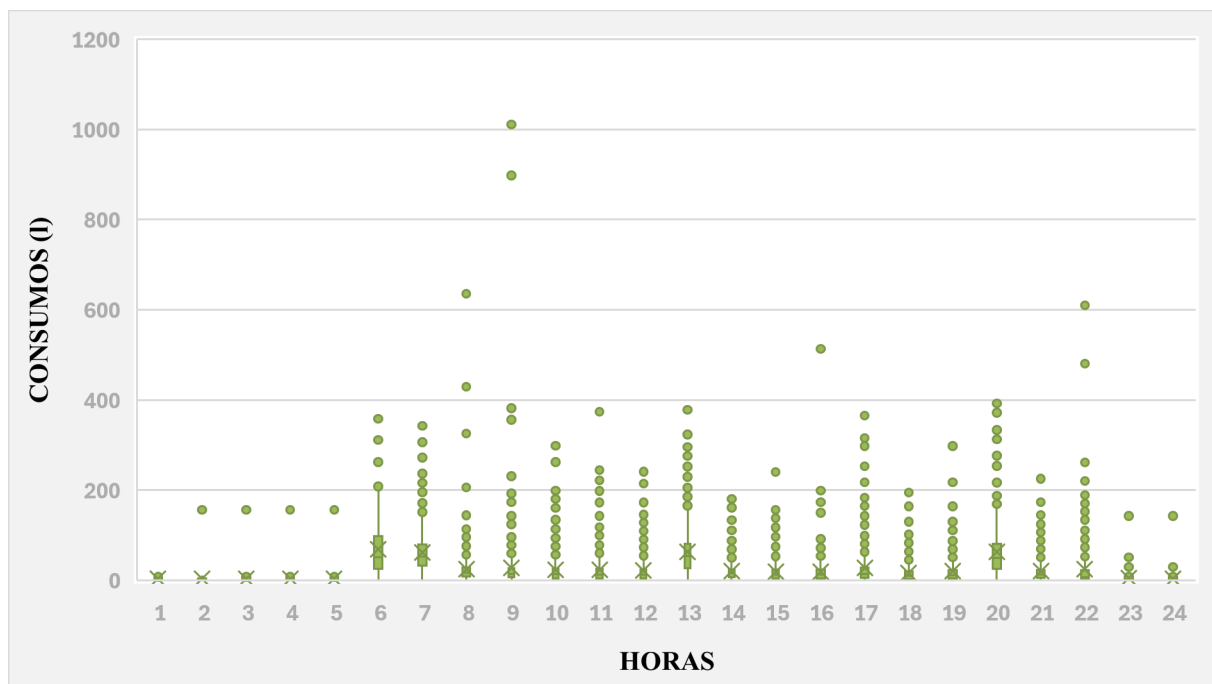
El análisis que se plantea es fundamental para comprender el uso del agua en las dos redes que se interconectan y el estrato socioeconómico de cada barrio considerado, permitiendo tomar decisiones basadas en evidencia en relación con la gestión del recurso

hídrico. Al disponer de información sobre los patrones de consumo por hora, es posible identificar los segmentos del día que demandan una mayor cantidad de agua potable.

3.7.4.2. Validación de datos

En esta sección se aplicó la depuración de aquellos datos atípicos, las lecturas que podrían presentar inconsistencia o bien las que pudieran tener información vacía de la muestra, aplicando para ello el método estándar de las cajas y los bigotes, y el software Excel lo que hace la ilustración gráfica de los datos de consumos representado en cuartiles. Del conjunto de datos obtenidos, se eligen los valores del Q3 con condición media, logrando una representación más adecuada de la dispersión, puesto que el propósito es eliminar los datos que se salen del rango establecido. Como se puede observar en la **Figura 13** donde se representa los datos del Q3 del cantón Mera.

Figura 13. Diagrama de cajas y bigotes del cantón Mera.



3.7.5. Representación de las curvas de consumo

Una vez validados los datos, se procedió a la generación de estadísticas descriptivas (promedios, máximos, mínimos, coeficientes horarios) y a la construcción de curvas de demanda residencial. Estas fueron comparadas con las curvas de diseño propuestas en la normativa ecuatoriana vigente (CPE INEN 005-1), a fin de identificar desviaciones significativas [39].

Se diseñaron procedimientos de validación cruzada entre los datos medidos y los reportes observacionales de campo, lo cual permitió confirmar la coherencia de las curvas de consumo con los hábitos reportados por los usuarios.

A fin de desarrollar las curvas horarias, se incorpora el caudal de fugas de fondo al caudal correspondiente al intervalo horario considerado previamente registrado, cuya representación ha sido previamente realizada mediante curvas primarias depuradas y clasificadas por red de distribución y estrato socioeconómico. Asimismo, se vuelven a relacionar las curvas horarias junto a los caudales medios entre sí.

Caudal medio

El caudal medio (**Qmed**) es un promedio aritmético entre los consumos horarios de agua. El mismo se expresa en la ecuación (4). (CPE INEN 5, 1992):

$$Q_{med} = \frac{Q_{h1} + Q_{h2} + Q_{hs} + \dots + Q_{h24}}{24} \quad (4)$$

Donde:

- Qmed = Caudal medio.
- Qh = Consumo de agua horario.

Caudal de fugas de fondo

Según los estudios previos realizados en unas zonas de la provincia de Pastaza se ha determinado que se debe tomar como caudal de fugas el 20% del total del caudal medio, así como que aquellos valores son los que corresponden a las fugas y a las pérdidas de las horas de la madrugada, en las que dicho instante no se acuerda de un consumo [40].

$$Q_{ff} = 20\% * Q_{medio} \quad (5)$$

Donde:

- Qff = Caudal fugas de fondo.
- Qmed = Caudal medio.

Coefficiente de variación de consumo horario (kh).

El coeficiente de variación de consumo horario (**kh**) es la relación entre el caudal de cada hora y el caudal medio. El coeficiente se obtiene al comparar el caudal por hora (Qh)

con el caudal medio (Q_{med}). De acuerdo con la norma ecuatoriana CPE INEN 5 de 1992, el valor de este coeficiente debe estar entre 2 y 2.3, como se aprecia en la ecuación (6):

$$K_h = \frac{Q_h}{Q_{med}} \quad (6)$$

Donde:

- k_h = Coeficiente de variación de consumo horario.
- Q_{med} = Caudal medio.
- Q_h = Caudal de consumo de cada hora.

Para ello en un histograma se presenta los coeficientes máximos de los diferentes barrios y de manera análoga se elabora la comparativa con el k_h máximo sugerido por la norma CPE INEN 5.

3.7.6. Digitalización de resultados, elaboración de tablas y gráficos.

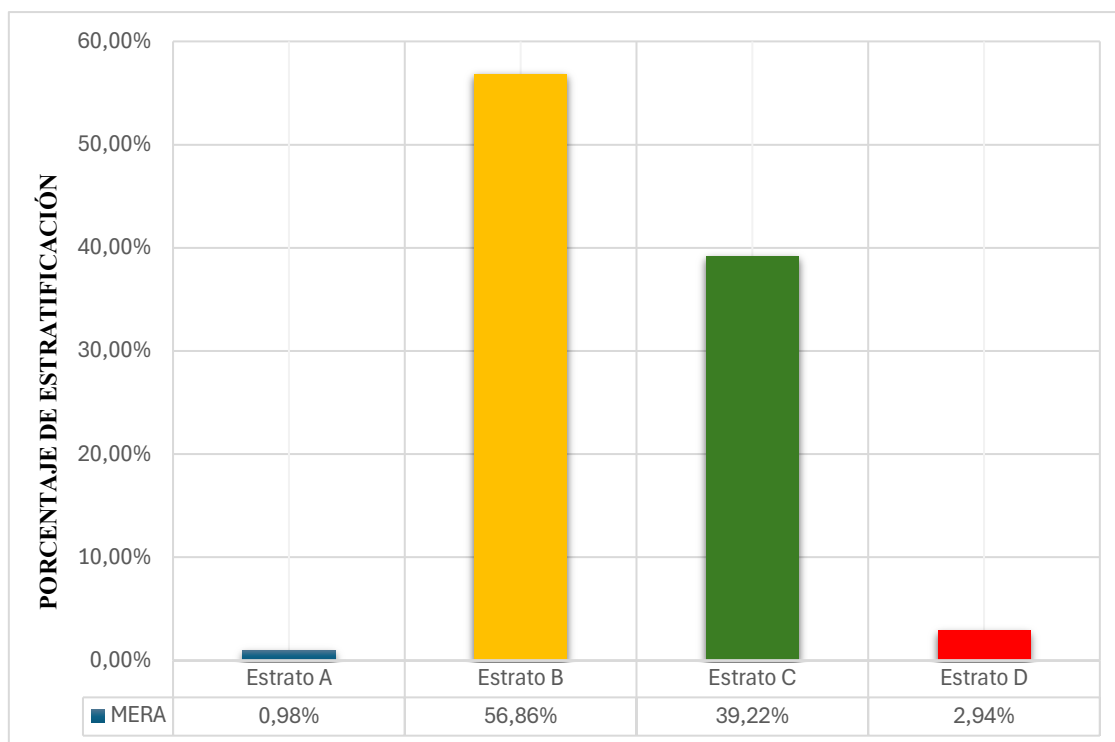
Los resultados se representaron gráficamente mediante histogramas, diagramas de cajas y bigotes, curvas de consumo diario y gráficos de dispersión. Adicionalmente, se elaboraron mapas temáticos para visualizar espacialmente la distribución de los medidores y estratos socioeconómicos, así como la representación gráfica de los coeficientes de modulación horarios máximos (k_{h_max}), los cuales fueron contruidos con el apoyo de sistemas de información geográfica (SIG) mediante el software Google Earth, en la cabecera parroquial de Mera, empleando una escala de colores variadas para una mejor comprensión e interpretación.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Factores determinantes que intervienen en el consumo de agua potable

Los resultados de las 202 encuestas realizadas en la cabecera del cantón Mera mediante su tabulación permitieron determinar la predominancia de los estratos B con un porcentaje de 56.86% y C con un porcentaje de 39.22% , lo que sugiere la presencia de hogares con ingresos superiores e inferiores al promedio en todo el cantón; Asimismo se verificó la casi nula presencia del estrato A al tener un porcentaje de 0.98%, lo cual indica la poca existencia de sectores de ingresos altos por factores como la falta de oportunidades laborales y la ubicación de Mera que se encuentra alejada de los centros de desarrollo. Ahora bien para la población que pertenece al último estrato se puede ver casi un panorama similar al tener un estrato D con 2.94% siendo este también un sector muy reducido de hogares con ingresos bajos denotando el contraste de las condiciones de vida de los habitantes del cantón como se detalla en la **Figura 14**.

Figura 14. *Porcentaje de estratos socioeconómicos de la cabecera cantonal Mera.*



A continuación, en la **Tabla 5**, se representa la segmentación de los estratos socioeconómicos para la red de distribución.

Tabla 5. Segmentación de viviendas según su estrato socioeconómico.

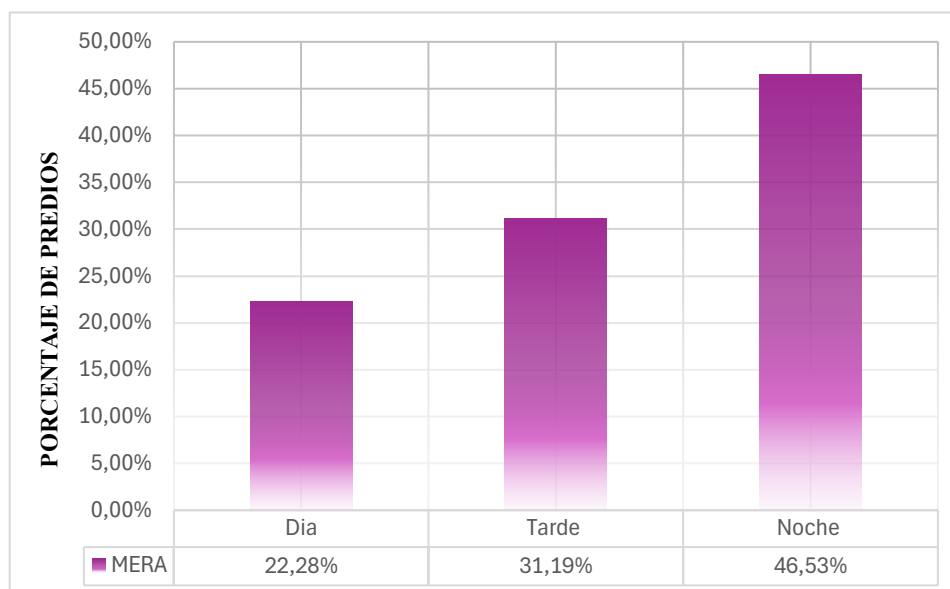
Red de distribución	Estratos				Viviendas
	Estrato A	Estrato B	Estrato C	Estrato D	
Mangayaku y Río Tigre	1	58	40	3	102

Algunos estudios señalan que el consumo de agua potable muestra una correlación con el ingreso del hogar, debido a que a mayor ingreso, mayor consumo de agua potable; en hogares de menores ingresos, la elasticidad precio – agua es menor y el gasto en agua es reducido, todo esto bajo la influencia también de factores hídricos fuera de la casa como el jardín, piscina, lavadora, etc. [41].

4.1.1. Número de Usuarios

La cantidad de personas por vivienda es un factor clave que ayuda a estudiar el consumo del agua potable de las zonas objeto de estudio; incluso permite fijar la demanda per cápita por sector y a su vez relacionar una dotación más justa para la que se diseñan las redes de distribución, además permite conocer cómo se comporta el consumo de cada uno de los barrios de la cabecera del cantón Mera.

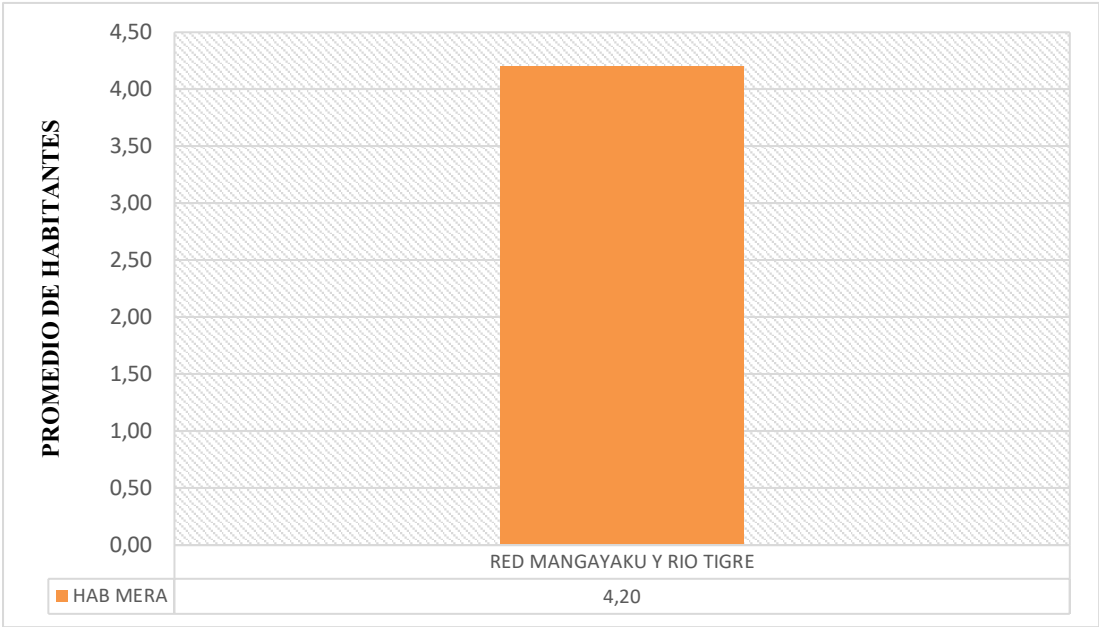
Figura 15. Promedio de usuarios en la cabecera cantonal de Mera.



Se puede notar en la **Figura 15** que el comportamiento de los habitantes muestra su gran mayoría, una mayor presencia durante la tarde y la noche, lo que indica que la gran

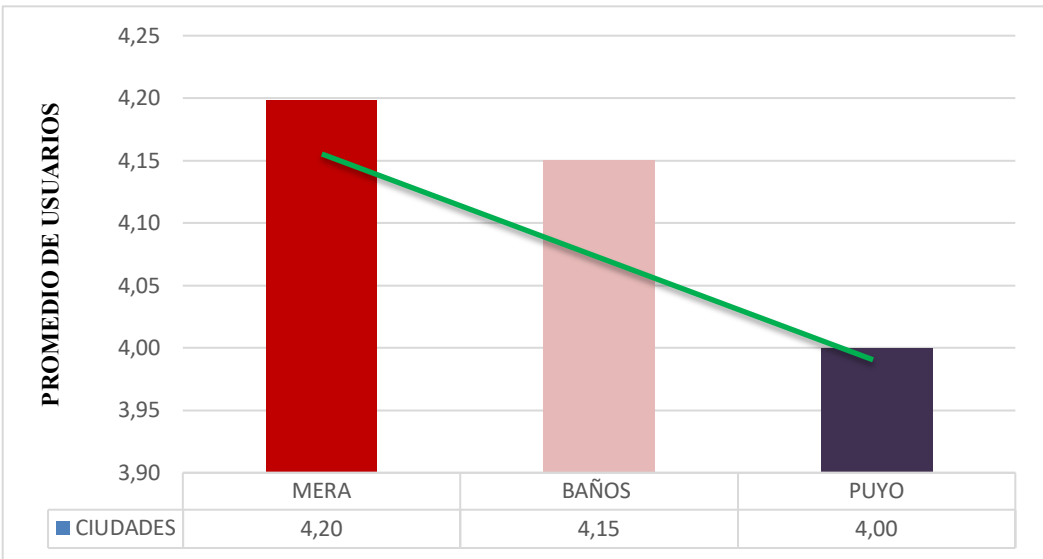
parte de la población permanece fuera del hogar en la mañana, posiblemente debido a motivos laborales, educativos e incluso productivos.

Figura 16. Promedio de usuarios en la cabecera Cantonal Mera.



En el cantón Mera hay un promedio de 4.20 habitantes/vivienda, entonces, el consumo per cápita de agua potable disminuye al aumentar la cantidad de habitantes en una vivienda, tal como se puede observar en la **Figura 16**, esto nos indica que el consumo de agua potable no será elevado en comparación a ciudades cercanas, como son Puyo y Baños, como se observa en la **Figura 17**.

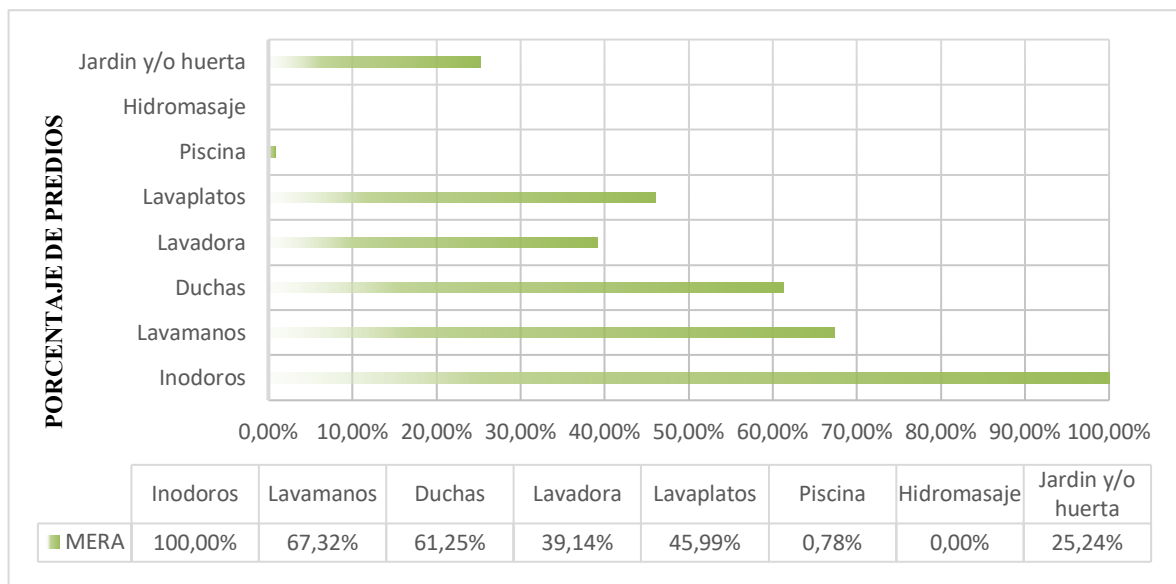
Figura 17. Comparación de habitantes con otras ciudades aledañas.



4.1.2. Unidades sanitarias

El número de unidades sanitarias sirve para realizar una aproximación del consumo diario de agua potable por vivienda. Con los resultados de la encuesta realizada que se incluye en el **Anexo 2**, se han identificado algunas unidades de uso diario en las viviendas de Mera, tales como: los inodoros que es el 100%, mientras lavamanos y duchas tienen un porcentaje de 61.25% a 67.32% diariamente, ahora bien en cuanto a lavadoras, lavaplatos, y jardín tienen un porcentaje entre 25.24% hasta 45.99%, y en caso de la piscina e hidromasaje es casi nulo su uso en las viviendas encuestadas teniendo un porcentaje de 0.78%, ya que Mera al tener balnearios accesibles las personas prefieren visitar los mismos y no usar el agua en piscinas domésticas, de esta manera se refleja que existe claramente un infraestructura funcional promedio en los hogares, como se refleja en la **Figura 18**.

Figura 18. *Porcentaje de unidades sanitarias.*

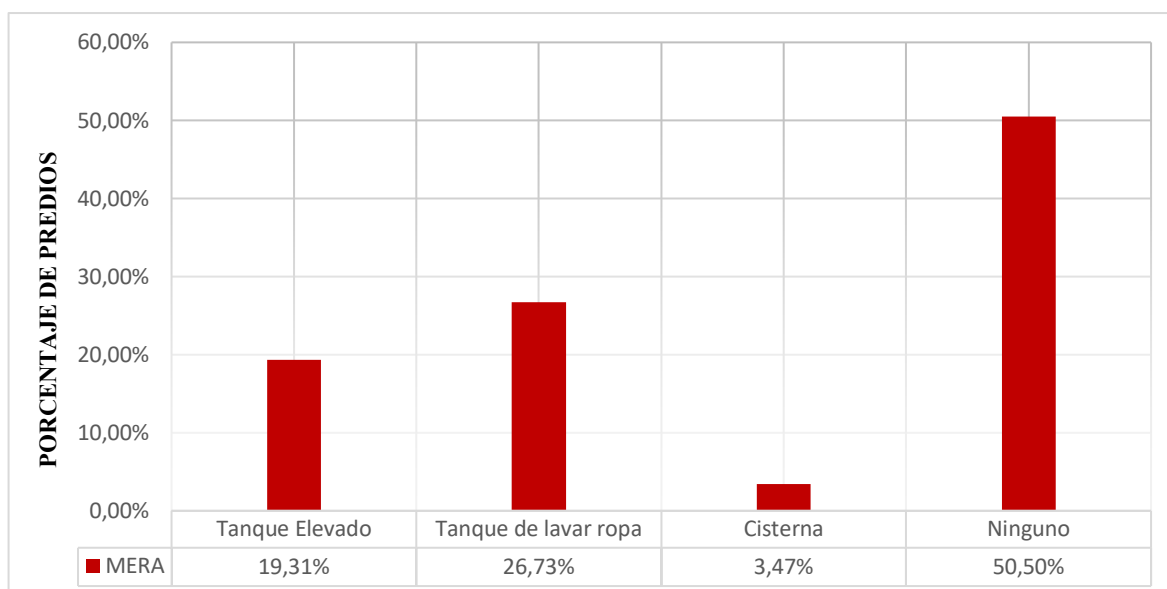


Se sugiere utilizar modelos matemáticos para llegar a determinar tarifas diferentes según la cantidad de unidades sanitarias, ya que a mayor número de unidades sanitarias hay mayor tarifa y, así, habrá más consumo de agua, y esto, a su vez, hace necesario identificar problemas de fuga que puedan causar desperdicios visibles, y relacionarlos con el uso responsable que haya que darles, dado que el número de unidades sanitarias influye de manera significativa en el consumo de agua [42].

4.1.3. Tipo de Unidades de Almacenamiento

Los resultados que se obtuvieron de la encuesta en este apartado demostraron que, las viviendas con un tanque elevado son de 19.31% y de un 3.47% en cisternas. En la **Figura 21**, se puede visualizar de forma clara y detallada que el tanque de lavar ropa es la unidad de almacenamiento con mayor porcentaje de uso con un 26.73% en el cantón Mera. Ahora bien las viviendas que cuentan con una conexión directa desde el medidor a los aparatos sanitarios representan el 50.50%, estas pueden presentar mayores problemas cuando el abastecimiento de agua tiene complicaciones como durante períodos de lluvias intensas, como se observa en la **Figura 19**.

Figura 19. Tipo de reservas en viviendas de la cabecera Cantonal Mera



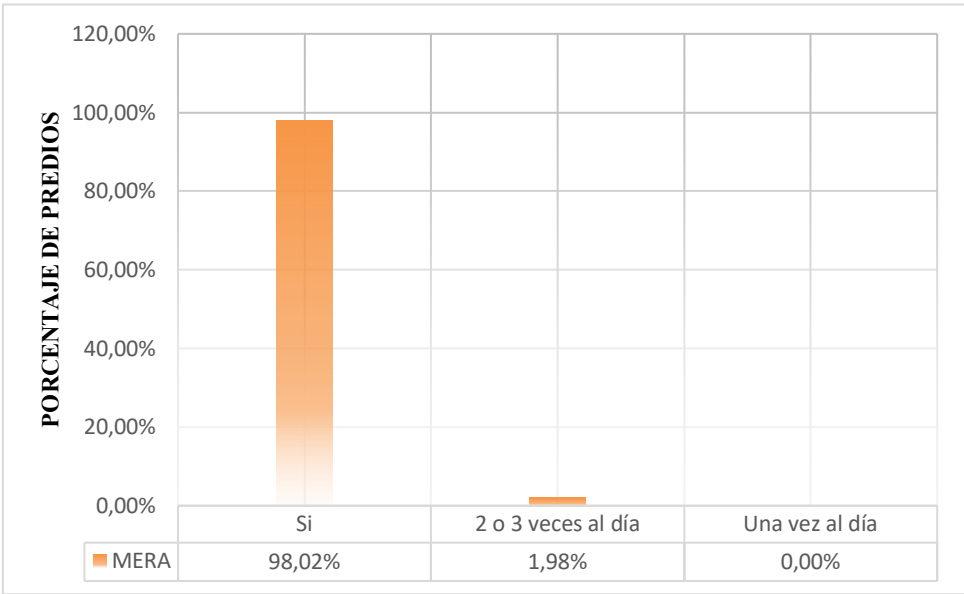
La ausencia de unidades de almacenamiento de agua en la mayoría de las viviendas de Mera es a consecuencia de factores económicos, técnicos y ambientales que impiden que adopten mecanismos de reserva, obligando a la mayor parte de usuarios a depender estrictamente del agua en tiempo real, ya que al tener dos grandes caudales que abastecen a el cantón con agua continua no presenta una afección a las labores diarias de los usuarios, por lo que no experimentan de forma inmediata las situaciones de escasez de agua.

4.1.4. Suministro y abastecimiento

Al analizar los datos de la encuesta aplicada en el cantón Mera se pudo concluir que el servicio de agua potable es constante el 98.02% mientras que el 1.98% tiene el servicio de 2 a 3 veces al día y un porcentaje nulo que tienen el servicio una vez al día , por otro lado

los usuarios que experimentan cortes de agua esporádicos lo hacen debido a mantenimientos, fallos o fugas de agua en sus sistemas de suministro de agua, como se muestra en la **Figura 20**.

Figura 20. Continuidad diaria del suministro de agua.

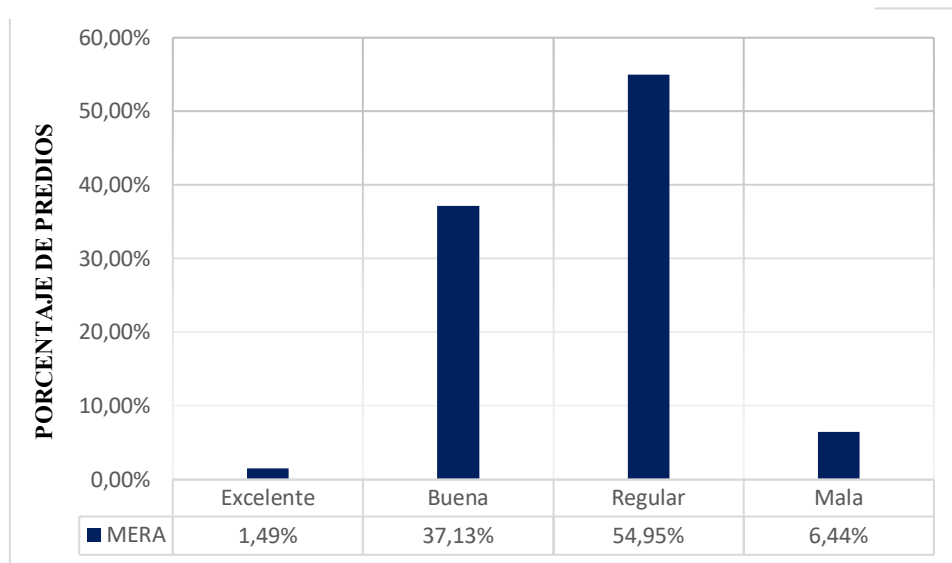


Por lo que se puede decir que las viviendas cuentan con servicio de agua potable las 24 horas del día en la mayoría de los casos.

4.1.5. Nivel de servicio

En la tabulación de los datos que se tomó en campo, se consideró la percepción de los usuarios con respecto al servicio de agua potable, la cual como se analizó previamente tiene una dotación permanente, no obstante la calidad de agua potable puede verse afectada por factores externos propios de la zona como alteraciones en el origen de captación de agua debido a lluvias intensas, desastres naturales (derrumbes, elevación de sedimentos, roturas de tuberías), influyendo en el tratamiento que se le da para el consumo. Como se aprecia en la **Figura 23** donde el 37.13% de los usuarios considera la calidad como buena y 54.95% como Regular, mientras que un 6.44% la consideran mala por características como el color del agua que según lo manifestado de forma verbal en campo, dándonos a denotar que es un porcentaje mínimo del 1.49% las personas que manifestaron que rara vez presenta características o propiedades anómalas al hacer uso del agua potable y que es apta para el consumo humano, como se puede ver en la **Figura 21**.

Figura 21. Promedio de calidad de agua en el cantón Mera.



Debido a esto aunque hay sectores que usan el agua directa como consumo general en algunos sectores han optado por consumir agua embotellada para ciertas actividades en el hogar para el consumo humano.

4.2. Curvas de consumo horaria residencial

4.2.1. Consumos horarios máximos del cantón.

En el cantón de Mera, los datos de consumo en la red se representaron mediante diagramas gráficos para comparar y analizar el comportamiento del consumo de agua potable, con un enfoque mayoritariamente en los horarios de mayor demanda, es decir las horas pico.

En la **Tabla 6** se presenta los consumos de agua por intervalo horario de la cabecera cantonal Mera notándose cuales son los picos de consumo y de menos demanda.

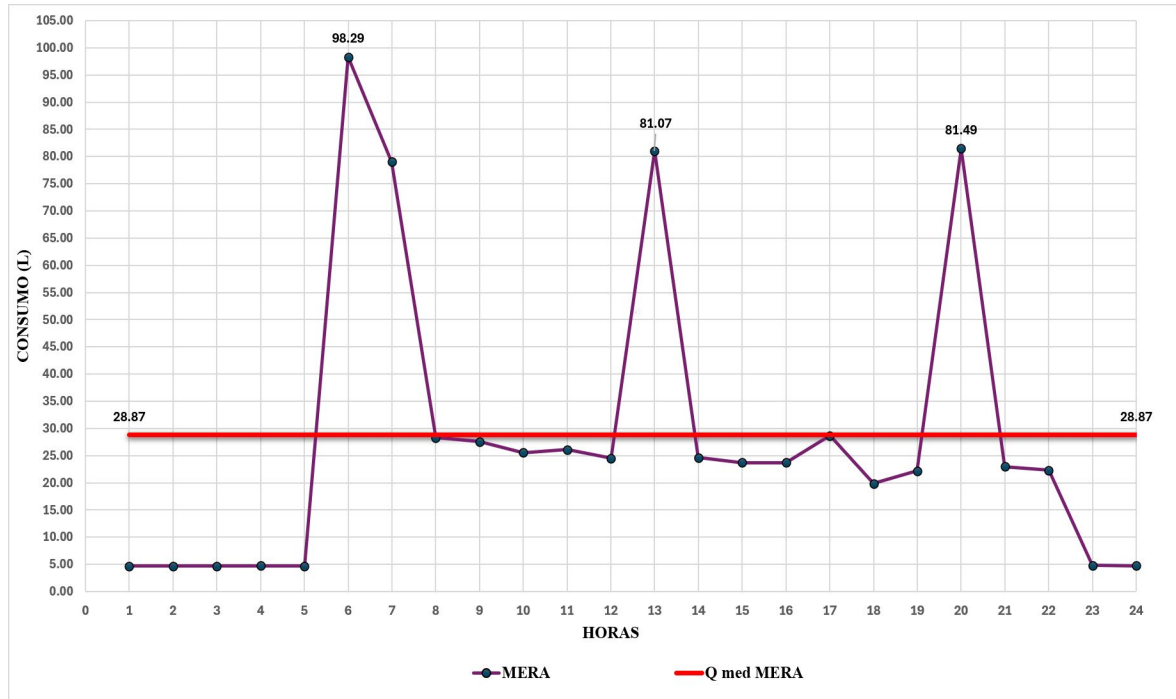
Tabla 6. *Consumos horarios de la cabecera cantonal de Mera.*

Intervalo Horario (h)	MERA Qh (l/h)
00:00 - 01:00	4.67
01:00 - 02:00	4.69
02:00 - 03:00	4.69
03:00 - 04:00	4.73
04:00 - 05:00	4.69
05:00 - 06:00	98.29
06:00 - 07:00	79.00
07:00 - 08:00	28.30
08:00 - 09:00	27.53
09:00 - 10:00	25.57
10:00 - 11:00	26.12
11:00 - 12:00	24.53
12:00 - 13:00	81.07
13:00 - 14:00	24.65
14:00 - 15:00	23.73
15:00 - 16:00	23.72
16:00 - 17:00	28.68
17:00 - 18:00	19.86
18:00 - 19:00	22.17
19:00 - 20:00	81.49
20:00 - 21:00	23.00
21:00 - 22:00	22.27
22:00 - 23:00	4.80
23:00 - 24:00	4.73
Qpico	98.29
Hora pico	05:00 - 06:00

En la **Figura 22** se pueden notar de mejor manera la variación de los consumos horarios máximos de agua potable de todos los barrios de la cabecera cantonal de Mera comprendidos por las redes Rio Tigre y Mangayaku, en donde se observa la presencia de 3 picos de consumo con caudales como 98.29 l/h, 81.07 l/h y 81.49 lh respectivamente. Estos se presentan en los intervalos horarios de mayor demanda: en la mañana, de 5h00 a 6h00, en

la tarde de 12h00 a 13h00 y en la noche de 19h00 a 20h00. La cabecera cantonal de Mera posee un consumo medio de 28.87 l/h.

Figura 22. Curva de variación consumo horario cantón Mera.



Los patrones de consumo que se obtuvieron en la gráfica de la **Figura 22** se deben a los hábitos de los usuarios, siendo más que evidente que en la mañana se presenta el primer pico de consumo debido a que la mayoría de habitantes se encuentran en sus hogares y se preparan para sus labores cotidianas, cumpliendo así con actividades como el higiene personal y cuidado diario, alimentación para la familia, cuidado de mascotas, lavado de utensilios y vajilla matutina, lavado de ropa y riego de jardines. Por otra parte, las horas de baja demanda (horas valle) de consumo de agua se debe principalmente a que las personas se ausentan de sus hogares por que trabajan en zonas aledañas, se trasladan a sus fincas y también por que salen a las escuelas y colegios en caso de los menores de edad por ende el consumo de agua potable es considerablemente bajo. Al medio día se produce un pico de consumo pues la mayoría de las personas al trabajar y estudiar cerca de Mera a la hora de almuerzo todos regresan a sus hogares para preparar el alimento y en caso de los estudiantes retornan a sus hogares, por lo que la demanda de agua se eleva. Finalmente, se presenta un pico elevado en la noche, debido a que las personas que cumplen jornadas laborales regresan a sus hogares y realizan actividades como la preparación de alimentos, usan para aseo personal, entre otras.

Estas conclusiones emergieron después de varias semanas de trabajo intenso y observación detallada en la zona de estudio, permitiendo identificar patrones consistentes y validar hipótesis planteadas, consolidando una base sólida del comportamiento de los diferentes hogares en la cabecera cantonal de Mera. Siendo las encuestas aplicadas que se muestran en el **Anexo 1 y 2** un método eficaz para comprender con más claridad los hábitos de consumo de agua.

4.2.2. Curvas de consumo horario máximo por barrios

La red Mangayaku y Rio Tigre mostrada en la **Figura 23**, tienen un comportamiento del consumo de agua por barrios que se asocia de la siguiente manera:

- Central: Sostiene un pico notable en el intervalo horario de 5h00 a 6h00 con un consumo de 114.01 l/h y un segundo pico destacado alrededor de 12h00 a 13h00 con un consumo de 90.28 l/h y por último el tercer pico alto es en el horario nocturno de 19h00 a 20h00 con valores de 96.13 l/h.
- Obrero: Presenta Picos altos en horarios de 5h00 a 6h00 con un consumo de 113.91, otro pico alrededor de 12h00 a 13h00 con un valor de 92.06 l/h. En horas de la noche también se observa valores altos similares al Barrio Central con un valor de 94.26 l/h.
- Miraflores: Tiene un comportamiento similar a Central y Obrero en las horas pico de la mañana con un consumo de 95.26 l/h, por la tarde de 94.02 l/h y en la noche con 83.21 l/h.
- Ciudadela Municipal: Exhibe una menor magnitud de picos siendo el más notorio el de la mañana en horario de 5h00 a 6h00 con un valor de 99.07 l/h, ya que en los otros horarios en que los barrios antes mencionados llegan a un consumo de 100 l/h, este barrio presenta picos en el rango dentro de 65-70 l/h, en horarios de 12h00 a 13h00 y 19h00 a 20h00 respectivamente.
- Orquídeas: A diferencia del resto que tienen un horario similar de consumo de agua más alto, este barrio presenta una ligera variación con el consumo máximo al tener el pico más alto entre las 6h00 a 7h00 con un valor de 55.35

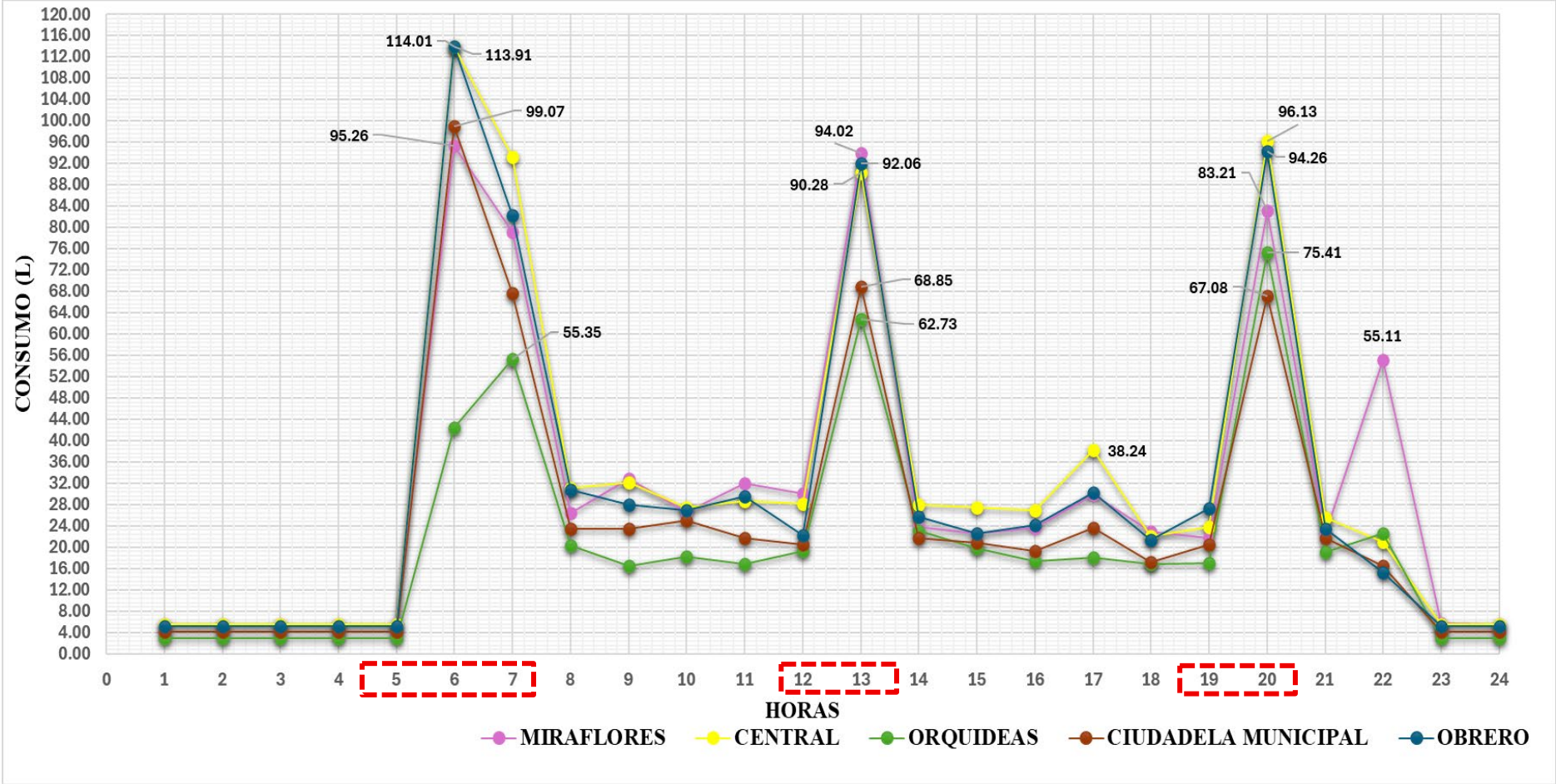
l/h, en la tarde y noche presenta rangos similares a Ciudadela Municipal con valores cercanos a 60-75 l/h en horarios similares al barrio antes mencionado.

Por lo tanto, se puede llegar a la conclusión de que el consumo máximo horario se concentra principalmente en los horarios de 5h00 a 6h00, 12h00 a 13h00 y 19h00 a 20h00 respectivamente, esto debido a hábitos de uso doméstico como la higiene matutina y actividades vespertinas y diurnas.

La similitud entre los barrios Central, Obrero y Miraflores apunta a que el uso es mayor, en el sentido que puede denotar una densa población o incluso formas de consumo domiciliario similares. Al contrario de las áreas de Ciudadela Municipal y de Orquídeas que indican una probable menor densidad poblacional al poseer un uso per cápita menor y/o formas de uso del agua diferentes.

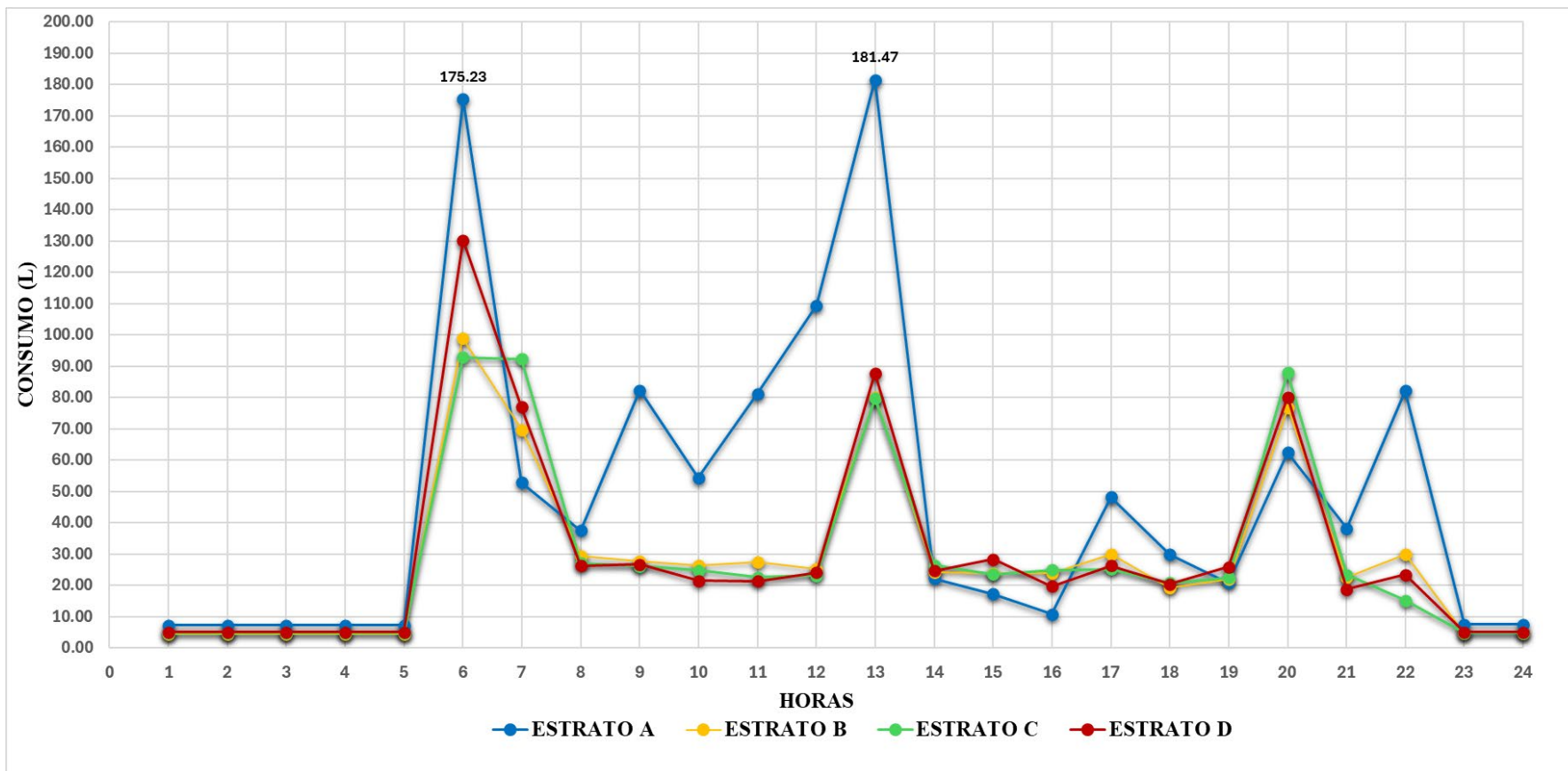
Entre las 7h00 – 11h00 y 14h00 -18h00 los consumos horarios se mantienen en rangos mucho más bajos entre 12-40 l/h, indicando una menor necesidad de consumo durante el día laboral y estudiantil, teniendo un escaso impacto en el consumo de agua potable.

Figura 23. Variación de consumo residencial de los barrios de Mera.



4.2.3. Curvas de consumo horario máximo por estrato socioeconómico.

Figura 24. Curvas de consumo por estratos en los sectores de la cabecera cantonal Mera.



De las curvas de consumo por estratos en la cabecera cantonal de Mera, se puede inferir ciertos aspectos relevantes sobre la demanda horaria según la posición socioeconómica que ocuparía siendo el estrato A el de mayor consumo seguido del estrato D, del estrato C, y por último del estrato B tal y como nos ilustra la **Figura 24**.

La hora pico de consumo de agua potable en los estratos B, C y D coinciden en el intervalo horario de 5h00 a 6h00, 12h00 a 13h00 y 19h00 a 20h00, ya que a pesar de que tienen distintos niveles socioeconómicos, las actividades diarias de los usuarios son muy parecidas pues en la mañana salen a realizar sus actividades laborales y estudios y regresan a mediodía a sus hogares para el almuerzo, así mismo por la noche retornan a sus hogares de sus trabajos, por lo tanto, el tiempo de permanencia en el hogar es directamente proporcional a la cantidad de agua consumida en esas horas pico, a excepción del estrato A el cual no comparte el mismo horario de horas pico, ya que por la noche muestra una elevación de consumo de agua entre las 21h00 a 22h00, siendo probable que se deba a un diferente horario laboral o diferentes costumbres cotidianas de los de la zona.

El estrato B con el menor consumo de los 4 estratos, presenta un pico de consumo de 98.97 l/h en las mañanas de 5h00 a 6h00, seguido de otro en la tarde de 12h00 a 13h00 con un valor de 80.14 l/h y ya en la noche un máximo de 76.89 l/h.

En el caso del estrato C, superando por muy poco al consumo del estrato B con un pico máximo de consumo en las mañanas de 5h00 a 6h00 de 92.8 l/h, por la tarde de 12h00 a 13h00 de 79.67 l/h y por la noche de 19h00 a 20h00 con un valor de 87.88 l/h.

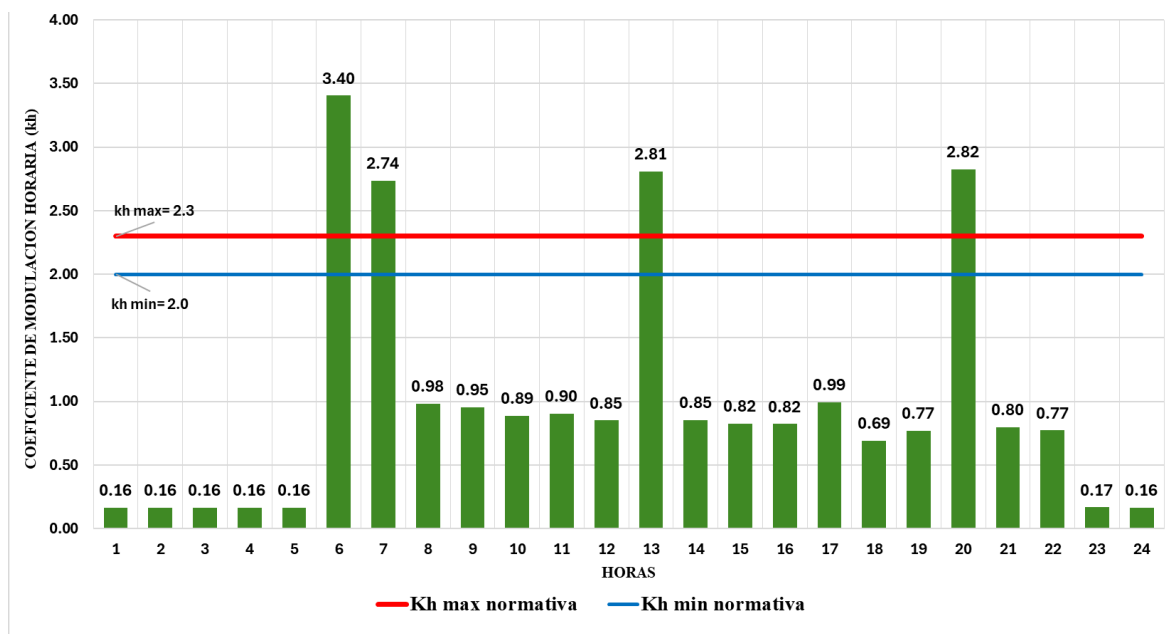
El estrato D es el que presenta mayor consumo, alcanzando un pico máximo de 130.20 l/h entre el intervalo de tiempo de 5h00 a 6h00, seguido de este por la tarde de 12h00 a 13h00 un pico de 87.74 l/h y en la noche teniendo un pico de 19h00 a 20h00 con un valor de 80.17 l/h.

Cabe recalcar que el comportamiento de consumo se encuentra estrechamente vinculado a variables como los hábitos diarios del habitante, el número de personas que habitan en el hogar y las actividades rutinarias relacionadas con la higiene, la alimentación y crianza de animales. En determinadas situaciones se gasta en agricultura y riego de sus jardines.

4.2.4. Coeficiente de variación máximo horaria de la cabecera cantonal de Mera vs Normativa.

Al analizar la curva de modulación horaria de la red de distribución de la cabecera cantonal de Mera se evidencia claramente en la **Figura 25** que corrobora que el coeficiente de variación del consumo máximo horario (kh) es el más elevado a las 6h00, donde se encuentra la máxima de 3.40, seguido del coeficiente existente de 2.82 en el horario de 20h00. Por lo que se llega a determinarse que los valores obtenidos del kh en este estudio superan a los valores recomendados por la norma que esta entre 2 a 2.3 como se detalla en la normativa CPE INEN 5 [39].

Figura 25. Coeficientes máximos de variación de consumo de la cabecera cantonal de Mera.

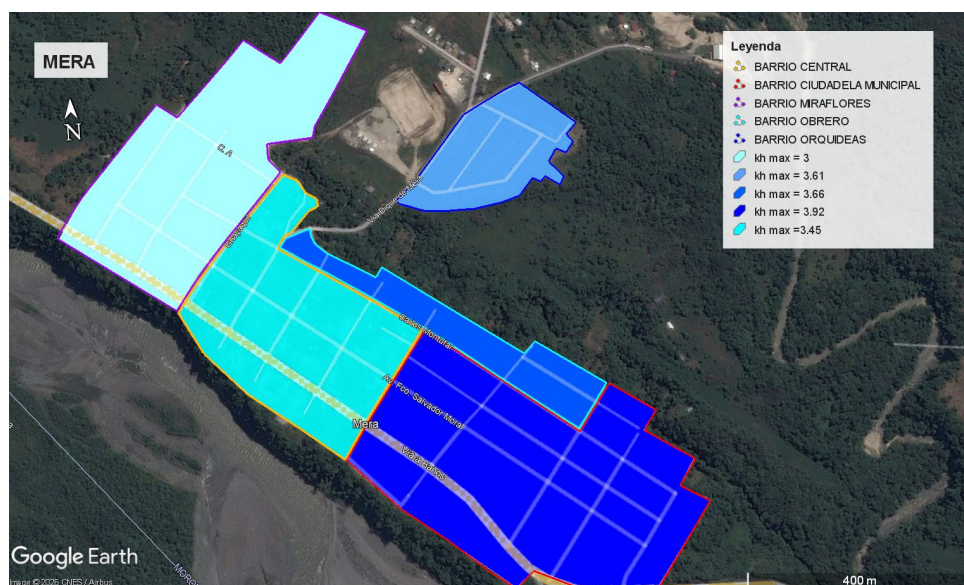


Cuando se observa que los coeficientes de variación del consumo horario superan los límites establecidos por la normativa, esto puede generar problemas en los sistemas de abastecimiento de agua, ya que no están diseñados para satisfacer la demanda real de los usuarios en todos los barrios de la cabecera cantonal de Mera, por lo que en este caso el calculista debe diseñar para el consumo máximo siendo el coeficiente de kh máx. = 3.40.

4.3. Mapa de red de abastecimiento

La representación de los coeficientes de modulación máximos se puede observar en la **Figura 26** en la cual se detalla el consumo horario de los 5 barrios estudiados de la cabecera cantonal de Mera. La representación se llevó a cabo mediante una escala gráfica, en la cual se utilizan colores que varían su tonalidad de menor a mayor intensidad, de acuerdo con el valor proporcional del kh. Se observa que la tonalidad más clara corresponde al barrio Miraflores con un kh max = 3.0; mientras que la tonalidad más oscura representa al barrio Ciudadela Municipal con un kh max = 3.92, siendo este el barrio con el mayor coeficiente de modulación entre los sectores analizados.

Figura 26. Representación de kh_max obtenido por cada barrio.



4.4. Discusión de Resultados

Los resultados de esta investigación permiten establecer comparaciones con estudios previos sobre el consumo de agua potable en diferentes contextos socioeconómicos y geográficos. Cabe destacar que el comportamiento en el uso del agua en la capital del cantón de Mera comparte algunas similitudes con los hallazgos de otros lugares, pero también presenta claras diferencias.

Diversos estudios han señalado que el consumo de agua potable puede variar en función del número de habitantes por vivienda y el tamaño de la población. En investigaciones realizadas en ciudades de mayor tamaño, se ha observado que el consumo tiende a disminuir conforme aumenta el número de habitantes por hogar; sin embargo, en poblaciones pequeñas los cuales son cantones y parroquias menores de 8000 habitantes y

mayores de 500 habitantes ocurre el fenómeno contrario, donde el consumo se incrementa con el número de ocupantes [20]. En la cabecera cantonal de Mera, los resultados obtenidos muestran que los estratos socioeconómicos C y D presentan mayores niveles de consumo, coincidiendo con un mayor número de habitantes por vivienda. No obstante, el estrato A presenta un consumo superior a pesar de tener menos ocupantes, lo que evidencia una variabilidad asociada a factores socioeconómicos y de estilo de vida.

En cuanto a los patrones de consumo por hora, el estudio realizado en la ciudad de Puyo encontró que los picos de uso ocurren alrededor de las 07h00, 12h00 y 19h00, alcanzando valores máximos de 134,44 l/h [43]. Comparándolo con la cabecera cantonal de Mera se mostró tres periodos críticos de consumo: por la mañana entre las 05h00 y 06h00, al mediodía entre las 12h00 y 13h00, y en la noche entre las 19h00 y 20h00, con un flujo máximo de 98,29 l/h. Estos hallazgos muestran patrones de consumo similares entre las dos localidades, principalmente vinculados a las rutinas domésticas diarias.

En estudios realizados en la provincia de Chimborazo, específicamente en las parroquias de San Andrés y San Isidro de Patulú, se determinó que el mayor consumo de agua potable se concentra en el estrato socioeconómico C, alcanzando valores de hasta 164,55 l/h en horas pico [44]. En contraste, en la cabecera cantonal de Mera el mayor consumo se registra en el estrato A, con un valor máximo de 181,47 l/h a las 13h00, lo que sugiere que, si bien existe similitud en la concentración del consumo en determinados intervalos horarios, la distribución por estratos presenta diferencias significativas.

El número promedio de personas por hogar también influye significativamente en el análisis del consumo. En la ciudad de Puyo, el promedio es de 4,52 residentes por hogar, en cambio en la cabecera cantonal de Mera se estableció un valor de 4,2 habitantes por vivienda [43]. Este factor afecta directamente la demanda de agua potable: a mayor número de personas en un hogar, mayor es el uso de inodoros, duchas y lavabos, lo que incrementa el consumo general y puede generar más desperdicio si el agua no se utiliza de manera eficiente.

En cuanto a la distribución de los estratos socioeconómicos, estudios realizados en la provincia de Chimborazo indican la presencia predominante de los estratos B, C y D, con porcentajes significativos en cada categoría [45]. En la cabecera cantonal de Mera, se identificaron los cuatro estratos socioeconómicos A, B, C y D, siendo el estrato B el predominante con un 58,86 %, seguido del estrato C con un 39,22 %. Esta distribución

guarda relación con lo reportado en otras investigaciones, donde el estrato medio suele concentrar la mayor parte de la población.

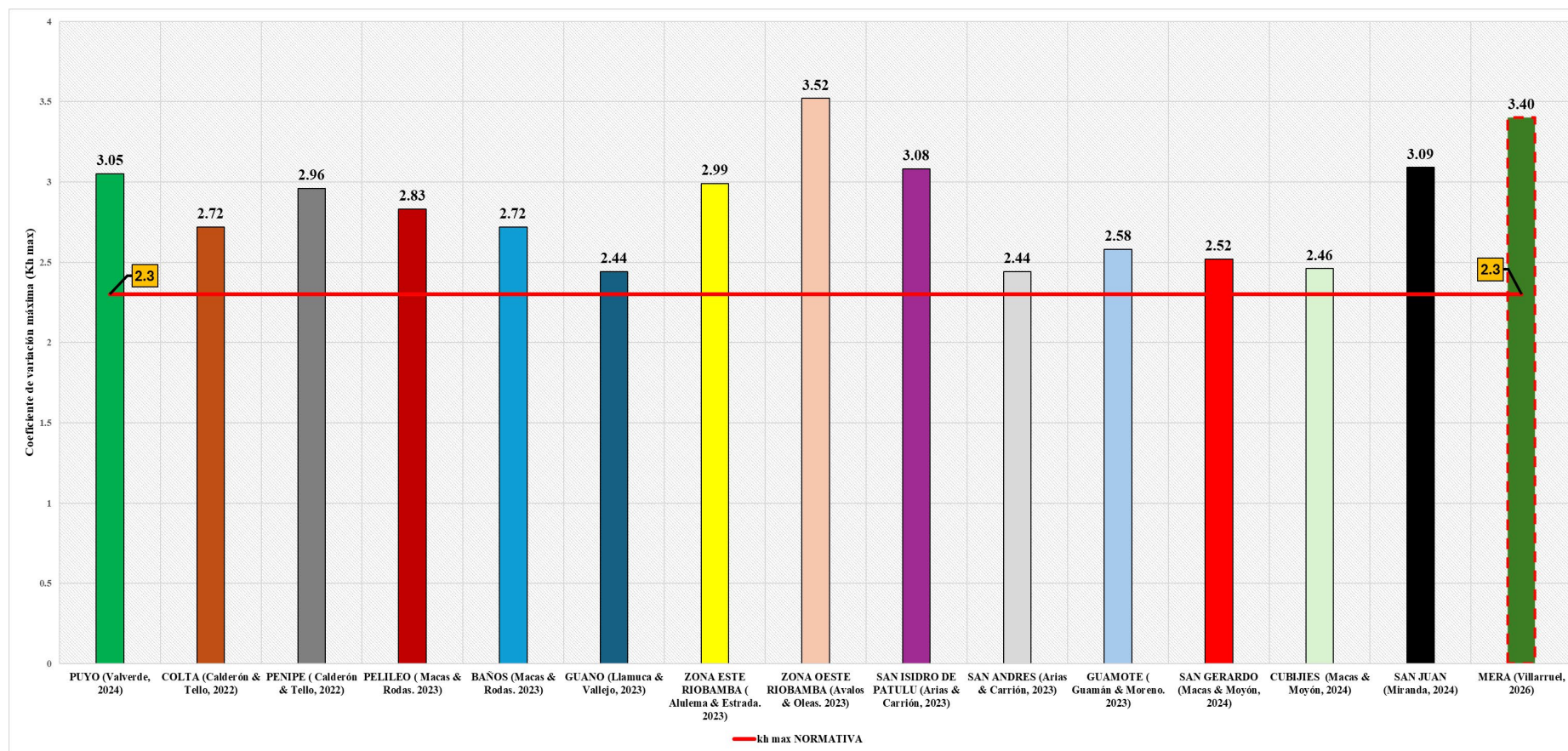
De igual forma, en el cantón de Guano, el grupo socioeconómico dominante resultó ser el de nivel B, que abarca el 50,7% de los hogares [25]. Esto coincide con lo que encontramos en Mera, lo que refuerza la tendencia de concentración de la población en niveles de ingresos medios y su relación con el consumo de agua potable.

En lo referente a los coeficientes de modulación horaria, estudios realizados en Baños y Pelileo reportan valores máximos de 2,72 y 2,83, respectivamente, los cuales superan los rangos establecidos por la normativa CPE INEN 005 (2,00–2,30) [39]. En la cabecera cantonal de Mera se determinó un valor máximo de $Kh = 3,40$, lo que evidencia una mayor variabilidad en la demanda horaria. Este resultado sugiere la necesidad de considerar ajustes en el diseño y dimensionamiento del sistema de abastecimiento, ya que un valor elevado del coeficiente puede generar condiciones de subdimensionamiento y afectar la continuidad del servicio en horas pico.

Por último, identificamos casos de alto consumo en ciertos hogares, donde el uso registrado superaba significativamente el promedio del resto de los usuarios. Este problema se observa con mayor claridad en el **Anexo 6**, que muestra los medidores con niveles de consumo inusuales. Una posible explicación se relaciona con factores económicos, específicamente con la tarifa plana del servicio de agua en la capital del cantón de Mera, que ronda los 4,50 USD mensuales, independientemente del consumo. Este tipo de sistema de facturación puede generar desconocimiento sobre el costo real del agua y, en consecuencia, fomentar hábitos derrochadores. De hecho, estudios han demostrado que el aumento de las tarifas puede motivar a los usuarios a reducir el consumo excesivo, ya que tienden a controlar mejor sus gastos para evitar facturas elevadas. Este cambio también podría facilitar la detección de fugas y el mantenimiento adecuado de las instalaciones de plomería domésticas [46].

A continuación, se presenta en la **Figura 27**, el coeficiente de modulación máxima obtenidos de diversos estudios realizados. Estos datos en conjunto pueden ofrecer información valiosa sobre los patrones de consumo de agua potable y la eficiencia de los sistemas de distribución en diversos cantones y ciudades, lo que contribuye a una comprensión más completa de la gestión de recursos hídricos y la planificación del suministro de agua.

Figura 27. Comparación de los valores máximos de K_h en diversas zonas del Ecuador.



CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

En relación con el objetivo general, se logró determinar el coeficiente de consumo horario residencial de agua potable en la cabecera cantonal de Mera, obteniéndose un valor máximo de $K_h = 3.40$, el cual refleja una alta variabilidad en la demanda horaria. Este resultado evidencia que el comportamiento real del consumo supera los rangos establecidos por la normativa CPE INEN 005 (1992) [39], indicando que dichos valores no son representativos para el diseño de sistemas de abastecimiento en contextos similares.

Para el primer objetivo específico, analizamos los factores que afectan el consumo de agua potable y descubrimos que aspectos como el número de personas por hogar (promedio de 4.2 hab/casa), el tipo de edificio y el nivel socioeconómico influyen directamente en los patrones de consumo. Las viviendas unifamiliares representaron el 85,64 % del total, mientras que el nivel socioeconómico predominante fue el B (56,86 %), seguido del C (39,22 %). Esto nos permitió establecer una clara relación entre las condiciones socioeconómicas y el consumo de agua.

En cuanto al segundo objetivo específico, se recolectó información bajo la aplicación de encuestas y lecturas continuas de medidores a lo largo de un lapso de 7 días, permitiendo de esa manera construir curvas de consumo horario representativas, además se reconocieron tres periodos críticos de demanda: en la mañana entre 05h00 y 06h00, al mediodía entre 12h00 y 13h00, y en la noche entre 19h00 y 20h00, con caudales máximos de 98.29 l/h, 81.07 l/h y 81.49 l/h, respectivamente.

Acerca del tercer objetivo específico, se evaluaron los coeficientes de variación del consumo horario, en donde se logra evidenciar que el estrato socioeconómico A, muestra altos picos de consumo, alcanzando valores de hasta 181.47 l/h, demostrando así una mayor demanda asociada a mejores condiciones económicas y mayor disponibilidad de equipamiento sanitario.

Para concluir, los parámetros regulatorios actuales no se corresponden con la realidad del consumo de agua en la capital del cantón de Mera. Por lo tanto, los resultados de esta investigación ofrecen una base técnica actualizada para el diseño, la planificación y la mejora de los futuros sistemas de abastecimiento de agua potable en la zona.

5.2. Recomendaciones

Si se desea replicar el estudio en otra parte del país se recomienda una socialización sobre el tema de estudio con aquellos responsables del suministro del agua potable, con la junta de agua o el GAD Municipal, para que no exista ningún inconveniente al momento de realizar las encuestas o las lecturas de los medidores residenciales puesto que será durante 7 la estancia por la zona.

Partiendo de los datos recogidos tras la presente investigación, se recomienda hacer uso de los máximos coeficientes de modulación horaria, ya que se trata de datos actualizados acerca del consumo de agua potable, ya que ello ayudará a mejorar el diseño y explotación del sistema de distribución de agua potable en cuanto a regularidad y eficiencia a la hora de satisfacer la demanda de servicio.

Se recomienda a los usuarios cuidar, limpiar e incluso colocar nuevos medidores y ponerlos en un lugar a la vista, ya que se evidencio una gran cantidad de medidores que no se podía ver el consumo por mucha suciedad, otros medidores dañados y algunos con vista hacia adentro de la casa del usuario imposibilitando la visualización del medidor.

Se exhorta a poner en práctica éste estudio en el resto de los cantones de la provincia y del país para así contar con un mayor fundamento que permita sugerir a las autoridades competentes revisar la norma ecuatoriana CPE INEN 5 (INEN,1992) para que sean actualizados los coeficientes de variación del consumo máximo horario, ya que a lo largo del tiempo el crecimiento poblacional ha sido bastante elevado y ha originado en el país un aumento de las demandas de agua.

BIBLIOGRAFÍA

- G. Manaces y M. Suárez, «Sustainable Development and the Right to Water: A Global Perspective,» Scielo, 31 09 2024. [En línea]. Available: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2542-33712024000200035. [Último acceso: 17 07 2025].
- ONU, «Desafíos globales (Agua),» Organización de las Naciones Unidas, 2023. [En línea]. Available: <https://www.un.org/es/global-issues/water>. [Último acceso: 17 07 2025].
- J. Fernández, «Infraestructuras, sequías y acceso diferenciado al agua,» 2022. [En línea]. Available: <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/8726/1/T3822-MEPAL-Ferna%CC%81ndez-Infraestructuras.pdf>. [Último acceso: 17 07 2025].
- C. Valenzuela y F. Muñoz, «Diseño de un Sistema de Aprovechamiento de Agua Lluvia bajo criterios de Eficiencia Hídrica en Edificios. Caso de estudio: Edificio de Clases y Laboratorio de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería,» 2020. [En línea]. Available: <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/INGENIO/article/download/1700/2074?inline=1>. [Último acceso: 17 07 2025].
- E. Salas y S. Mendoza, «Caudal Ecológico: su influencia en la supervivencia de los ecosistemas,» 13 05 2021. [En línea]. Available: <https://www.caf.com/es/blog/caudal-ecologico-su-influencia-en-la-supervivencia-de-los-ecosistemas/>. [Último acceso: 17 07 2025].
- CPE INEN, «Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes,» 04 01 2012. [En línea]. Available: https://inmobiliariadja.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/09/normas_disec3blo_cpe_inen_5_parte_9-1_1992-mas-de-1000-hab.pdf. [Último acceso: 17 07 2025].

- GADMC MERA, «División Política,» Gobierno Autónomo Descentralizado
- 7] Municipal del Cantón Mera, 2020. [En línea]. Available: <https://www.municipiomera.gob.ec/imagenes/PDYOT/FaseIDiagnosticoMera2015-2025.pdf>. [Último acceso: 17 07 2025].
- M. Zúñiga y M. Avilés, «Estudio del comportamiento del consumo horario residencial
- 8] de agua potable en el cantón Guano parroquia el Rosario,» 02 07 2024. [En línea]. Available: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2631-26542024000200018. [Último acceso: 17 07 2025].
- NTE INEN 1108, «Norma Técnica Ecuatoriana 1108,» Instituto Ecuatoriana de
- 9] Normalización , 2014. [En línea]. Available: https://www.hwts.info/document/2c955d81/norma-tecnica-ecuatoriana-1108-agua-potable-requisitos?gad_source=1&gad_campaignid=17472211346&gbraid=0AAAAADsxhzyITEY6CA4PLPYOg2BPxEiT1&gclid=CjwKCAjwnN3OBhA8EiwAfpTYeo18Z5lAa6L17RS32Wbie1IwbkRnF23dPcGj_USOv_fYBTQj.
- GAD Mera, «Mejoramiento, ampliación y rehabilitación del sistema de agua potable
- 10] para el Cantón Mera - Captación Río Tigre,» GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE MERA, 2019. [En línea]. Available: https://www.municipiomera.gob.ec/agua2016/5_resumenEjecutivo.pdf. [Último acceso: 09 04 2026].
- E. Morales y K. Armijo, «Relación entre las condiciones socioeconómicas y la calidad
- 11] del agua en Ecuador: análisis factorial exploratorio,» ResearchGate, 07 2025. [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/publication/393436743_Relacion_entre_las_condiciones_socioeconomicas_y_la_calidad_del_agua_en_Ecuador_analisis_factorial_exploratorio. [Último acceso: 17 07 2025].
- K. Carden y C. Teta, «Water, Sanitation, and Hygiene Vulnerability among Rural
- 12] Areas and Small Towns in South Africa: Exploring the Role of Climate Change, Marginalization, and Inequality,» 09 10 2021. [En línea]. Available: <https://www.mdpi.com/2073-4441/13/20/2810>. [Último acceso: 17 07 2025].

ODS, «Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos,» Objetivos de Desarrollo Sostenible, 2018. [En línea]. Available: https://www.isglobal.org/-/sdg-6-ensure-availability-and-sustainable-management-of-water-and-sanitation-for-all?gad_source=1&gad_campaignid=21858419943&gbraid=0AAAAADhq7n9T3DKQP0h96h01X8VXFyG5c&gclid=CjwKCAjwvuLDBhAOEiwAPtF0Vlrm0lZm7GeMUhrSSHF_X9Pcbg-U5bN. [Último acceso: 17 07 2025].

OMS, «Guía para la calidad del agua de consumo humano,» 2018. [En línea]. Available: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf>. [Último acceso: 17 07 2025].

M. Alarcón, «El problema del agua para uso y consumo humano en Santa Cruz, Galápagos,» 2020. [En línea]. Available: <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/7020/1/T3024-MGD-Alarcon-El%20problema.pdf>. [Último acceso: 18 07 2025].

J. Valverde, «Determinación del comportamiento de consumo horario residencial de agua potable en la ciudad del Puyo,» Repositorio UNACH, 2024. [En línea]. Available: http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/12684/1/Jahir%20A%2C%20Valverde%20G.%2C%282025%29_determinaci%C3%B3n%20del%20comportamiento%20de%20consumo%20horario%20residencial%20de%20agua.pdf. [Último acceso: 20 04 2026].

A. Ismail y A. Shalaby, «Residential Water Consumption Patterns: A Theoretical Review,» Environmental Research Engineering and Management, 10 2024. [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/publication/384964085_Residential_Water_Consumption_Patterns_A_Theoretical_Review. [Último acceso: 20 04 2026].

D. Rondinel y J. Sarmiento, «Water: consumption, usage patterns, and residential infrastructure. A comparative analysis of three regions in the Lima metropolitan area Water: consumption, usage patterns, and residential infrastructure. A comparative analysis of three regions in the Li,» ResearchGate, 2020. [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/publication/346570984_Water_consumption_usage_pa

tterns_and_residential_infrastructure_A_comparative_analysis_of_three_regions_in_the_Lima_metropolitan_area_Water_consumption_usage_patterns_and_residential_infrastructure_A_.

A. Kapanski y R. Klyuev, «Temporal Segmentation of Urban Water Consumption
19] Patterns Based on Non-Parametric Density Clustering,» MDPI, 02 10 2025. [En línea].
Available: <https://www.mdpi.com/2227-7080/13/10/449>. [Último acceso: 20 04 2026].

A. Arellano y A. Bayas, «Los consumos y las dotaciones de agua potable en
20] poblaciones ecuatorianas con menos de 150 000 habitantes,» Scielo, 01 06 2021. [En
línea]. Available:
[http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2631-
26542018000100023](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2631-26542018000100023). [Último acceso: 17 07 2025].

C. Cedeño y Z. Esteves, «El acceso al agua en Ecuador: Impacto y posibles
21] soluciones,» Dialnet, 15 04 2023. [En línea]. Available:
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9297289.pdf>. [Último acceso: 18 07 2025].

M. Alcazar, «Influencia de indicadores exógenos en el consumo de agua en la ciudad
22] de Guayaquil,» 2021. [En línea]. Available:
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21521/1/UPS-GT003550.pdf>.
[Último acceso: 18 07 2025].

A. Catagña, «Estudio del coeficiente de consumo horario residencial de agua potable
23] en el cantón Chambo,» 2025. [En línea]. Available:
[http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/15586/1/Catag%C3%B1a%20A.%2C%20
0Angel%20I.%20%282025%29%20Estudio%20del%20coeficiente%20de%20consu
mo%20horario%20residencial%20de%20agua%20potable%20en%20el%20cant%C
3%B3n%20Chambo.pdf](http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/15586/1/Catag%C3%B1a%20A.%2C%20Angel%20I.%20%282025%29%20Estudio%20del%20coeficiente%20de%20consumo%20horario%20residencial%20de%20agua%20potable%20en%20el%20cant%C3%B3n%20Chambo.pdf). [Último acceso: 18 07 2025].

W. Poveda y M. Vizuite, «Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para
24] el recinto Yumes, cantón Palestina en la provincia del Guayas,» 2024. [En línea].
Available: [https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/27664/1/UPS-
GT005133.pdf](https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/27664/1/UPS-GT005133.pdf). [Último acceso: 18 07 2025].

25] M. Llamuca y J. Vallejo, «Análisis del consumo horario residencial de agua potable del cantón Guano,» 2023. [En línea]. Available: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/10524/1/LLAMUCA%20MARIA%20VALLEJO%20JHONNY%20AN%C3%81LISIS%20DEL%20CONSUMO%20HORARIO%20RESIDENCIAL%20DE%20AGUA%20POTABLE%20DEL%20CANT%C3%93N%20GUANO.pdf>. [Último acceso: 17 07 2025].

26] B. Chuchuca y J. Sicha, «Desarrollo e implementación de un algoritmo de predicción de consumo de agua potable y visualización de los datos de consumo por usuario y sectores mediante redes neuronales recurrentes dentro del proyecto Cedía-Tarpuq,» 2022. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22118/1/UPS-CT009628.pdf>. [Último acceso: 17 07 2025].

27] M. Sánchez y L. Ávila, «Educación para el consumo sostenible desde la pedagogía crítica,» 21 07 2020. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/journal/298/29866573071/html/>. [Último acceso: 17 07 2025].

28] D. Peña y A. Arellano, «Modelos de regresión lineal para predecir el consumo de agua potable,» 2020. [En línea]. Available: <https://novasinergia.unach.edu.ec/index.php/novasinergia/article/view/144>. [Último acceso: 17 07 2025].

29] G. Vega, «Prediseño del sistema primario de abastecimiento del recinto Río Blanco distribución de agua potable,» 2025. [En línea]. Available: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/26452/1/CD%2015103.pdf>. [Último acceso: 17 07 2025].

30] K. Boulaich, «La urbanización africana: una oportunidad para el desarrollo sostenible compartido,» 02 09 2024. [En línea]. Available: <https://wmo.int/es/news/media-centre/africa-soporta-una-carga-desmedida-como-consecuencia-del-cambio-climatico-y-de-los-costos-de>. [Último acceso: 17 07 2025].

31] F. Bretas y G. Casanova, «Agua para el futuro estrategia de seguridad hídrica para América Latina y el Caribe,» 2020. [En línea]. Available:

<https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Agua-para-el-futuro-Estrategia-de-seguridad-hidrica-para-America-Latina-y-el-Caribe.pdf>. [Último acceso: 18 07 2025].

L. Carrasco, «El ciclo integral del agua urbana: Una evaluación preliminar del
32] metabolismo hídrico en la ciudad de Tena, Amazonía ecuatoriana,» 03 2022. [En línea]. Available: https://repositorio.ikiam.edu.ec/jspui/bitstream/RD_IKIAM/712/1/TT-H-IKIAM-000015.pdf. [Último acceso: 18 07 2025].

A. Montoya y A. Arellano, «Método de caracterización urbanística y socioeconómica
33] para poblaciones menores que 150.000 habitantes autores,» ResearchGate, 2012. [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/publication/343267087_METODO_DE_CARACTERIZACION_URBANISTICA_Y_SOCIOECONOMICA_PARA_POBLACIONES_MENORES_QUE_150000_HABITANTES_AUTORES.

M. Borja, «Metodología de Investigación Científica para ingeniería Civil,»
34] ACADEMIA, 2012. [En línea]. Available: https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa_de_Investigaci%C3%B3n_Cient%C3%ADfica_para_ingenier%C3%ADa_Civil?utm_source=chatgpt.com.

CONAGUA, «Manual del participante Macro y micro medición,» CONAGUA
35] Comisión Nacional del Agua, 2020. [En línea]. Available: https://aneascapacitacion.com/wp-content/uploads/2020/08/8.-Manual-del-Participante-Macro-y-Micromedici%C3%B3n-EA_compressed_compressed.pdf.

LAM, «Itron Water Book,» Itron, 2016. [En línea]. Available:
36] <http://www.klave.com.mx/klave/2016/productos/Manual%20del%20Agua%20Itron.pdf>.

Hidroconta, «Tipos de medidores de agua que existen,» 2022. [En línea]. Available:
37] <https://hidroconta.com/articulos/tipos-de-medidores-de-agua/>.

Hidros, «Medidor Chorro Unico,» 2023. [En línea]. Available:
38] <https://grupoloshidroscd.ec/medidor-chorro-unico/>.

CPE INEN 005-9-1, «Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y
39] disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1 000 habitantes,» Código
Ecuatoriano de la construcción C.E.C, 2013. [En línea]. Available:
<https://archive.org/details/ec.cpe.5.9.1.1992>.

J. Navarrete, «Propuesta metodológica para la adaptación de métodos internacionales
40] de estimación de pérdidas reales de agua en sistemas urbanos de abastecimiento de
agua potable de Ecuador.,» Repositorio UCSG, 16 03 2018. [En línea]. Available:
[http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/10151/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-
245.pdf](http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/10151/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-245.pdf).

L. Bagnoli y C. Pasman, «Water for daily life: Estimating basic household water needs
41] in Lima and Quito,» ScienceDirect, 08 2025. [En línea]. Available:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957178725000554>.

A. Mashaly y A. Fernald, «Analyzing and Assessing Dynamic Behavior of a Physical
42] Supply and Demand System for Sustainable Water Management under a Semi-Arid
Environment,» MDPI, 15 06 2022. [En línea]. Available:
<https://www.mdpi.com/2073-4441/14/12/1939>.

M. Zúñiga y J. Valverde, «Determinación del comportamiento de consumo horario
43] residencial de agua potable en la ciudad del Puyo,» Repositorio UNACH, 08 04 2024.
[En línea]. Available: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/12684>.

F. Arias y J. Carrión, «Determinación del consumo horario residencial de agua potable
44] de las parroquias San Andrés y San Isidro de Patalú pertenecientes al Cantón Guano,»
Repositorio UNACH, 2023. [En línea]. Available:
[http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/12102/1/6%20Arias%20F.%2C%20Carri
i%2C%20J.%20%282026%29%20Determinaci%2C%20del%20consum
o%20horario%20residencial%20de%20agua%20potable%20de%20las%20parroquia
s%20San%20Andr%2C%A9s%20y%20San%20Isidro%20perte](http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/12102/1/6%20Arias%20F.%2C%20Carri%20i%2C%20J.%20%282026%29%20Determinaci%2C%20del%20consumo%20horario%20residencial%20de%20agua%20potable%20de%20las%20parroquias%20San%20Andr%2C%A9s%20y%20San%20Isidro%20perte).

L. Anilema, «Diagnóstico ambiental y socioeconómico de la comunidad San Vicente
45] de Tablillas, parroquia Cebadas, cantón Guamote,» Repositorio UNACH, 2024. [En
línea]. Available:
<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/13992/4/Anilema%20C.%2C%20Luz%2>

0A.%282024%29Diagno%CC%81stico%20ambiental%20y%20socioecono%CC%81mico%20de%20la%20comunidad%20San%20Vicente%20de%20Tablillas%2C%20parroquia%20Cebadas%2C%20canto%CC%81n%20Guamote.pdf.

C. Tojal y B. Morais, «Research Insights: Do Consumers Respond to the Average or
46] Marginal Price of Their Water Bills?,» IDB, 08 2025. [En línea]. Available: <https://publications.iadb.org/en/research-insights-do-consumers-respond-average-or-marginal-price-their-water-bills>.

Arkiplus, «Sistema de abastecimiento de agua potable,» 2025. [En línea]. Available:
47] <https://www.arkiplus.com/sistema-de-abastecimiento-de-agua-potable>. [Último acceso: 17 07 2025].

H. Narváez y J. Velasquez, «Diseño de la red de abastecimiento de agua potable para
48] el recinto San Francisco de Chila de la parroquia San Jacinto delo Bua,» 2024. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/28714/1/UPS-GT005591.pdf>. [Último acceso: 18 07 2025].

N. Toledo, «Propuesta de un coeficiente de variación del consumo máximo diario de
49] agua potable de la norma ecuatoriana CPE INEN 5,» 2024. [En línea]. Available: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/14491/1/Benalcazar%20T.%2C%20Nadia%20I.%282024%29%20Propuesta%20de%20un%20coeficiente%20de%20variacion%20del%20consumo%20maximo%20diario%20de%20agua%20potable%20de%20la%20norma%20ecuatoriana%20CPE%20INEN%205.pdf>. [Último acceso: 18 07 2025].

M. Torren y M. Semedo, «Superar los desafíos relacionados con el agua en la
50] agricultura,» 01 07 2023. [En línea]. Available: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/beed00a6-0caf-42f9-8fd9-fedc2a5cb19b/content>. [Último acceso: 18 07 2025].

M. Araque, «Diseño de plantas de tratamiento de agua potable,» 2022. [En línea].
51] Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22350/4/DISE%CC%83O%20HIDRA%CC%81ULICO%20DE%20PLANTAS%20DE%20TRATAMIENTO%20DE%20AGUA%20POTABLE.pdf>. [Último acceso: 18 07 2025].

G. Jaramillo, «Simulación del comportamiento de la red de distribución de agua 52] potable del sector Cruz Verde aB1 Sur, a través de un modelo hidráulico para el análisis de vulnerabilidades operativas del sistema,» 2022. [En línea]. Available: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/13071/1/18597.pdf>. [Último acceso: 18 07 2025].

ANEXOS

Anexo 1. Modelo de encuesta de consumo horario de agua potable.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ANÁLISIS DEL CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE CANTÓN MERA		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA ANÁLISIS DEL CONSUMO HORARIO RESIDENCIAL DE AGUA POTABLE CANTÓN MERA																																					
1. Información del Predio Titular del medidor: _____ Red: _____ Estrato: _____ Barrio: _____ Coordenadas: _____ La presente encuesta es parte de un proyecto de investigación para la obtención del título de Ingeniería Civil, la cual elabora preguntas para conocer el comportamiento del consumo de agua potable residencial. La información recabada será confidencial y no será compartida, por lo cual le solicitamos de su colaboración al leer detenidamente las preguntas y responder con total honestidad.		1.8 ¿Qué tipo de aparatos sanitarios utiliza y que cantidad de estos mismos existe en su domicilio?																																					
1.2 Tipo de Residencia Residencia Unifamiliar ☐ Residencia Bifamiliar ☐ 3 o mas familias ☐		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Aparatos Sanitarios</th> <th>Si</th> <th>No</th> <th>Número de Aparatos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Inodoros</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>Lavabos</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>Duchas</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>Lavadora</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>Tanque para la ropa</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>Piscina</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>Hidromasaje</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> <tr><td>Jardín y/o huerta</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr> </tbody> </table>		Aparatos Sanitarios	Si	No	Número de Aparatos	Inodoros	☐	☐	☐	Lavabos	☐	☐	☐	Duchas	☐	☐	☐	Lavadora	☐	☐	☐	Tanque para la ropa	☐	☐	☐	Piscina	☐	☐	☐	Hidromasaje	☐	☐	☐	Jardín y/o huerta	☐	☐	☐
Aparatos Sanitarios	Si	No	Número de Aparatos																																				
Inodoros	☐	☐	☐																																				
Lavabos	☐	☐	☐																																				
Duchas	☐	☐	☐																																				
Lavadora	☐	☐	☐																																				
Tanque para la ropa	☐	☐	☐																																				
Piscina	☐	☐	☐																																				
Hidromasaje	☐	☐	☐																																				
Jardín y/o huerta	☐	☐	☐																																				
1.3 Dimensión del Predio Número de Pisos ☐ Número de Departamentos ☐																																							
1.4 Indique el número de personas que residen en el hogar: _____																																							
1.5 ¿La dotación de Agua Potable es continua? Si ☐ No ☐ Una vez al día ☐ Dos o tres veces al día ☐																																							
1.6 Según su percepción, la calidad de agua potable que llega a su vivienda es: Excelente ☐ Buena ☐ Regular ☐ Mala ☐																																							
1.7 ¿Qué tipo de almacenamiento de agua potable emplea? Cisterna ☐ Tanque elevado ☐ Ninguno ☐																																							

Fuente: Villarruel, S (2026)

Anexo 2. Ficha para la caracterización socioeconómica.

ENCUESTA N° _____ DIRECCION: _____ FECHA: _____ SECTOR INEC: _____ MANZANA: _____ CASA CODIGO: _____											
NOMBRE DEL ENCUESTADO: _____ ES UD LA CABEZA DEL HOGAR ☐ SI ☐ NO											
INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA											
1.- N° DE PERSONAS QUE HABITAN EN EL HOGAR: ☐		2.- N° DE PERSONAS QUE DUERMEN GENERALMENTE EN EL HOGAR ☐		3.- EN QUÉ TRABAJA USTED 1) RIBILADO ☐ 9) PROFESIONAL Y/O TECNICO ☐ 2) COMERCIANTE ☐ 10) MANUFACTURA ☐ 3) TRANSPORTISTA ☐ 11) EMPLEADO DE OFICINA ☐ 4) AGRICULTOR ☐ 12) TRABAJADOR CALIFICADO ☐ 5) GANADERO ☐ 13) OPERARIO U OPERADOR DE ☐ 6) ENSEÑANZA ☐ 14) ESTUDIANTE ☐ 7) GERENTE O DIRECTOR ☐ 15) OTRO ☐ 8) TRABAJADOR DE SERVICIOS ☐		4.- N° DE PERSONAS QUE APORTAN ECONÓMICAMENTE EN EL HOGAR ☐		5.- A CUÁNTAS PERSONAS MANTIENE ☐			
				6.- CUÁNTAS PERSONAS COMEN EN EL HOGAR ☐ FRECUENTEMENTE ☐ CUÁNTAS PERSONAS COMEN FUERA DEL HOGAR ☐ OCASIONALMENTE ☐ RARA VEZ ☐							
13.- TIENEN VEHICULOS EN EL HOGAR 1) SI ☐ 2) NO ☐ CUÁNTO ☐ USO PERSONAL ☐ DE TRABAJO ☐		12.- LA VIVIENDA ES 1) PROPIA ☐ -COMERCIAL ☐ 2) ARRENDADA ☐ VENTA DE COMIDAS Y BEBIDAS ☐ 3) PRESTADA ☐ TIENDA DE ABASTOS ☐ 4) HEREDADA ☐ ROPA ☐ LAVADORA ☐ PELUQUERIA ☐		11.- LA VIVIENDA QUE UD HABITA LA UTILIZA COMO -EDUCATIVA ☐ -RESIDENCIAL ☐ CASA ☐ DEPARTAMENTO ☐ CUARTO ☐		10.- N° DE DORMITORIOS DE LA VIVIENDA ☐		9.- N° DE PISOS QUE OCUPA EN LA VIVIENDA ☐		8.- CUÁLES -PERRO ☐ -GATO ☐ -OVEJA ☐ -CUN ☐ -CHANCH ☐ -AVES ☐ -BURRO ☐ -OTRO ☐ -CONEJO ☐	
								7.- TIENE ANIMALES CUÁNTOS ☐ SI ☐ NO ☐			
14.- SERVICIOS QUE DISPONE 1) AGUA POTABLE ☐ 5) ALUMBRADO PUBLICO ☐ 9) TV PAGADA ☐ 2) LUZ ELÉCTRICA ☐ 6) RECOLECCIÓN DE BASURA ☐ 10) EMPLEADA DOMÉSTICA ☐ 3) TELF CONVENCION ☐ 7) TELF CELULAR ☐ 11) SEGURIDAD PRIVADA ☐ 4) ALcantarillado ☐ 8) INTERNET ☐ 12) OTRO ☐		15.- CUÁLES DE LOS SIGUIENTES GASTOS SON MAS IMPORTANTES EN SU HOGAR (ENUMERE EN EL ORDEN DE IMPORTANCIA) ALIMENTACION ☐ EDUCACION ☐ SEGURO ☐ SALUD ☐ VESTUARIO ☐ VIAJES ☐ VIVIENDA ☐ CRÉDITOS ☐ OTROS _____		16.- TIENE JARDIN SI ☐ NO ☐							

Fuente: (Arellano, A., González, J. & Gavilanes, A., 2012)

Anexo 3. Socialización y aplicación de encuestas en la cabecera cantonal Mera.



Fuente: Villarruel, S (2026)

Anexo 4. Medidores con su respectiva pegatina con su código.



Fuente: Villarruel, S (2026)

Anexo 5. *Medidores en malas condiciones.*

